This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

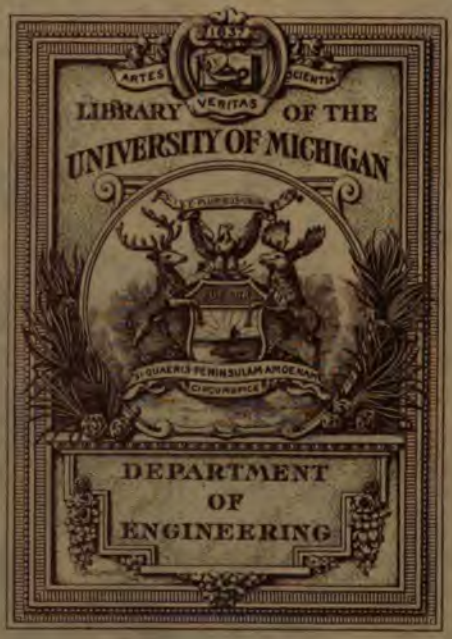
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING

ENGINEERING
LIBRARY
TA
2
S68

SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

DE FRANCE

ANNÉE 1900

A partir du 1er janvier 1900,

le Bulletin devient bimensuel et paraîtra les 15 et 30 de chaque mois.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

DE FRANCE

FONDÉE LE 4 MARS 1848

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 22 DÉCEMBRE 1860

ANNÉE 1900

PREMIER VOLUME

Janvier.

Première Quinzaine.

PARIS

HOTEL DE LA SOCIÉTÉ

19, RUE BLANCHE, 19

—

1900

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

JANVIER 1900

Première Quinzaine.

N° 1

CHRONIQUE

N° 241. A

SOMMAIRE. — Moteurs à gaz de hauts fourneaux. — Épuisement des mines à grande profondeur. — Emploi de l'air liquide comme explosif. — Le chauffage électrique.

Moteurs à gaz de hauts fourneaux. — La *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie* a publié récemment un important travail de M. H. Savage, Ingénieur à la Société Cockerill, sur l'état actuel de la question des moteurs à gaz de hauts fourneaux. Nous croyons intéressant d'en résumer les parties essentielles.

Après avoir fait l'historique de la question et rendu justice aux savants et aux ingénieurs dont les travaux ont amené les résultats obtenus actuellement, l'auteur examine l'importance des objections qui ont été faites à l'usage des gaz de hauts fourneaux comme combustible dans les moteurs, objections dont la plus grave est le transport de matières solides qui agissent mécaniquement pour user les surfaces frottantes et ont encore d'autres inconvénients.

Cette objection paraît avoir moins de valeur qu'on n'a cherché à lui en donner. M. Lürmann, qui a une grande expérience de la question, ne craint plus aujourd'hui de voir les cylindres des machines à gaz obs-

163401

trués par des dépôts qui peuvent représenter 30 à 40 *kg* de poussières par jour, même après le nettoyage le plus complet.

Il s'est, de plus, rendu compte de la nature véritable des inconvénients résultant du transport de matières solides par les gaz, lesquels se résument dans la décomposition et la carbonisation partielles des huiles de lubrification, Quant à l'action mécanique des poussières, il est bien reconnu qu'avec des moteurs convenablement agencés, elle est pour ainsi dire nulle. La poussière fine et presque impalpable, maintenue en suspension dans les gaz, après que ceux-ci se sont refroidis et débarrassés de la plus grossière partie des matières solides entraînées, n'a guère le temps de se déposer; la rapide et brusque ouverture des soupapes d'admission et d'échappement d'une section suffisante assure l'entraînement des poussières très fines, qui seules peuvent pénétrer à l'intérieur des cylindres. La faculté que possède un courant gazeux ou aérien d'entraîner des corps solides d'un volume déjà considérable, est un de ces faits bien connus, et c'est grâce à cette faculté que les fines poussières, contenues dans les gaz de hauts fourneaux, peuvent traverser les cylindres des moteurs sans y séjourner.

Il n'y a pas à se dissimuler cependant que la crainte des poussières n'obsède l'esprit de bien des personnes qui se sont occupées de l'utilisation des gaz de hauts fourneaux. Cette opinion paraît s'appuyer en grande partie sur l'encrassement et l'obstruction rapide des moteurs d'une certaine puissance alimentés au gaz d'éclairage. M. Ch. Wood a expliqué ce phénomène par la présence de matières bitumineuses que contient ce gaz et qui ne se montrent pas dans les gaz de hauts fourneaux pour lesquels le refroidissement ne peut amener aucun dépôt bitumineux ou agglutinant.

C'est, jusqu'à présent, en Allemagne, que la question des moteurs alimentés au gaz de hauts fourneaux paraît avoir fait le plus de progrès pratiques. Le travail lu le 23 avril dernier à l'Association des sidérurgistes allemands, à Dusseldorf, par M. Lürmann, donne une liste de vingt-cinq moteurs de grande puissance, dont sept à fournir par la Société Cockerill, commandés par des usines métallurgiques allemandes. La force représentée par ces moteurs se chiffre par le total respectable de 12 740 *ch*. L'unité de 500 *ch*, adoptée par la Société Cockerill, reste ainsi dans la bonne moyenne et son moteur « Simplex » est celui qui a, le premier, résolu le problème des moteurs à gaz de grande puissance. C'est un de ces moteurs, de 200 *ch*, qui, depuis dix-huit mois, active les dynamos des hauts fourneaux de la Société Cockerill, sans donner lieu à la moindre plainte quant au fonctionnement de la machine et à la régularité de l'éclairage. Ce résultat, obtenu avec des gaz non lavés, est une démonstration triomphante de la justesse des principes énoncés ci-dessus.

Le nettoyage des gaz préoccupe les constructeurs allemands. Sans contester le succès obtenu à Seraing avec des gaz non nettoyés, ils paraissent incliner vers l'opinion que le nettoyage présente un élément de sécurité qu'il ne serait pas prudent de négliger dans tous les cas.

Divers systèmes ont été proposés. Celui adopté à Oberhausen, pour un moteur de 600 *ch*, appartient au genre des nettoyeurs secs et se

compose d'une série de scrubbers à coke sans injection d'eau. D'autres installations comprennent l'emploi d'injecteurs Körting ou autres, pour abattre les poussières, en faisant traverser aux gaz de l'eau en pluie très fine.

Les moteurs actuellement en construction, en Allemagne, présentent une grande variété de types. C'est aux usines de Hörde que les moteurs à gaz de hauts fourneaux ont débuté en Allemagne: cette usine dispute même la priorité à Cockerill dans cet essai; elle a, en tout cas, créé un moteur remarquable. La machine Oechelhäuser est un moteur à deux temps; le cylindre est ouvert aux deux bouts et contient deux pistons marchant en sens inverse l'un de l'autre. Ce système a l'avantage de donner, pour un même diamètre et une même vitesse des pistons, un travail quatre fois plus considérable qu'avec les moteurs mono-cylindriques à quatre temps, mais cet avantage est évidemment acquis au prix d'une plus grande complication.

La machine Körting est également un moteur à deux temps dans lequel le cylindre est à double effet. Grâce à une circulation d'eau à l'intérieur du piston, ces machines ont une marche satisfaisante, mais ce moteur est plus coûteux de construction que deux machines à simple effet d'une puissance collective égale.

L'usine de Deutz reste fidèle au principe des moteurs à quatre temps, avec pistons à simple effet, mais son directeur, M. Müngel, préfère ne pas dépasser, pour les cylindres, les dimensions correspondant à une puissance de 250 *ch*. Avec quatre cylindres, on obtient 1000 *ch*. D'après M. Müngel, cette disposition serait favorable à la régularité de la marche. Un moteur de 1 000 *ch*, ainsi établi, ne coûterait, selon lui, que 60 0/0 du prix d'un moteur monocylindrique devant donner la même régularité.

Dès qu'il a été question de l'emploi des gaz de hauts fourneaux, on s'est demandé si les machines les plus importantes de ces installations, telles que les souffleries, pourraient bénéficier du nouveau progrès. La première difficulté semblait devoir provenir de la grande vitesse des moteurs à gaz qui font un minimum de 100 à 125 tours par minute, tandis que le maximum des machines soufflantes est représente par 50 à 60.

On peut espérer augmenter ce chiffre par l'emploi de soupapes commandées ou par celui des clapets Lang-Horbiger, composés d'un anneau plat en acier ramené sur son siège par trois ressorts à lame plate. On pourra ainsi arriver à 80 tours. Il s'agit donc seulement de ramener à ce nombre la vitesse du moteur.

Rien ne semble s'opposer à cette réduction dans les grandes machines actuellement en construction à Seraing, où la régularité est assurée par l'emploi d'un volant de 25 *t*. Le cylindre moteur a 1,30 *m* de diamètre et 1,40 *m* de course; elles doivent donner 700 *ch* indiqués et 550 effectifs; les cylindres soufflants ont 1,70 *m* de diamètre et les orifices sont de section suffisante pour que la vitesse de l'air ne dépasse pas 10 *m* par seconde. Quatre machines de ce genre sont actuellement en construction à Seraing pour la nouvelle usine de Differdange et, à Seraing même, on installe en ce moment quatre machines soufflantes et trois moteurs de 500 *ch* pour actionner des dynamos. Ces moteurs portent

une disposition automatique, due à M. A. Bailly, qui permet la mise en marche instantanée de la machine, sans autre manœuvre que l'ouverture de la soupape d'admission placée sur la grande conduite de gaz.

On pourrait craindre que le prix élevé des moteurs n'amoindrisse les avantages économiques qu'ils permettent de réaliser. M. Meyer a fait la comparaison pour deux moteurs de 400 *ch*, l'un à gaz, l'autre à vapeur, en supposant des nombres d'heures de marche annuelle de 3 000, 6 000 et 8 760, et en tenant compte de l'intérêt et de l'amortissement. Le prix du cheval-heure est donné ci-dessous en centimes :

	Heures	Vapeur	Gaz
	—	—	—
Prix du cheval-heure pour	3 000	2,13	1,65
	6 000	1,40	1,15
	8 760	1,15	0,88

L'importance de l'emploi des moteurs à gaz des hauts fourneaux est énorme pour l'industrie sidérurgique. Si on adopte l'évaluation très modérée, présentée par M. Lürmann, de la production de 4 633 m^3 de gaz d'un pouvoir calorifique de 906,5 calories par mètre cube, par tonne de fonte fabriquée et si l'on se base sur la production en Allemagne, en 1898, de 7 402 717 *t* de fonte, on arrive, chaque tonne de fonte correspondant au développement de 28 *ch*, à un total de 570 000 *ch*.

La puissance fournie aux usines métallurgiques par les batteries de chaudières existantes ne dépassant pas 70 000 *ch*, c'est une nouvelle force de 500 000 *ch* mise à la disposition de l'industrie allemande.

A raison de 1 *kg* de houille par cheval, on économiserait 12 000 *t* de charbon par jour, ou 4 380 000 par an ; en comptant la tonne à 12,50 *f* ce serait une économie de $\frac{4\,380\,000}{7\,402\,710} \times 12\,50 = 7\,39$ *f* par tonne de fonte. Si on n'arrivait à utiliser que 50 0/0 de la force disponible, ce serait encore une économie de 3,75 *f*.

Il s'agira de trouver l'emploi de ces grandes réserves de force motrice, et toute usine métallurgique n'est pas nécessairement accompagnée, comme celle de Seraing, de forges et de grands ateliers mécaniques. Mais les gaz peuvent se transporter facilement et à peu de frais et on peut prévoir des développements industriels nouveaux et inattendus qui auront été le résultat indirect du dernier grand progrès accompli par l'industrie métallurgique au XIX^e^ siècle.

Épuisement des mines à grande profondeur. — Nous donnons ci-dessous le résumé d'un intéressant mémoire de M. W. M. Epton, lu devant l'Association des Ingénieurs mécaniciens de Johannesburg, mémoire reproduit par l'*Iron and Coal Trades Review*.

La question des épuisements à grande profondeur dans les mines conduirait très loin si on devait entrer dans l'examen de tous les systèmes de pompes à employer dans ce but. L'auteur se propose seulement d'étudier les pertes éprouvées dans la transmission de la puissance entre les chaudières placées à la surface et les pompes situées au fond. Cette perte est loin d'être négligeable et elle devient très importante

quand on a à élever l'eau d'une profondeur de 1 200 *m* et quelquefois davantage.

La question revient, en somme, à élever un certain poids d'eau à une certaine hauteur et, par conséquent, à employer un certain nombre de kilogrammètres et il s'agit de se rapprocher, pour le travail dépensé réellement, le plus possible du travail représenté par le produit des deux facteurs : poids et hauteur.

On peut opérer l'élevation de l'eau par divers moyens, par exemple avec une machine d'extraction élevant des cuves, par des pompes mues par la vapeur, l'air comprimé, l'électricité, par des machines de Cornouailles ou des machines à vapeur plus modernes qui peuvent élever l'eau d'un seul jet à 1 200 *m*. Quel que soit le procédé adopté, on doit s'attendre à perdre pas loin de la moitié du travail produit au point de départ. Si on emploie l'électricité, par exemple, le calorique contenu dans le charbon doit d'abord être transformé en travail mécanique dans une chaudière et un moteur à vapeur, puis en électricité par une dynamo, ensuite transporté au fond de la mine par des conducteurs, avec quelquefois intervention de transformateurs, puis de nouveau en travail mécanique pour agir sur l'eau par le moyen de la pompe; dans chacune de ces transformations, il y a une perte inévitable de puissance.

Si, au lieu de recourir à l'électricité, on emploie l'air comprimé, on a successivement la chaudière, la machine à vapeur, le compresseur, les conduites, le moteur à air et la pompe, lesquels prennent chacun leur part de travail. Si enfin on se sert d'une machine de Cornouailles, on supprime bien le compresseur, la conduite et le moteur à air, mais on les remplace par des tiges de pompes en bois ou en métal et par des balanciers d'équilibre. Il en serait de même avec une transmission hydraulique. L'auteur se propose de passer en revue successivement ces divers modes de transmission entre le moteur à la surface et la pompe du fond. Seulement il partira de la machine et non de la chaudière, ce qui compliquerait inutilement le problème, la question du générateur étant par elle-même déjà sujette à discussion.

Air comprimé. — Avec des compresseurs modernes bien étudiés et bien construits, on a obtenu 86 0/0 comme rendement, c'est-à-dire que la perte pour obtenir l'air comprimé a été seulement de 14 0/0 de la puissance appliquée au compresseur. Les pertes sur les conduites sont très variables, elles peuvent osciller entre 8,5 et 46,5 0/0. Si on prend les conditions les plus favorables, on peut admettre que sur 100 *ch* produits par le moteur à la surface 79 seront livrés au moteur du fond. Si on ajoute 15 0/0 pour la part contributive du moteur et de la pompe, on trouvera 67 *ch* environ employés utilement à élever l'eau pour 100 *ch* produits à la surface. Ce chiffre est plutôt fort et, en pratique, on obtiendrait souvent moins. Si on suppose une mine de 1 200 *m* dans laquelle on voudrait épuiser 45 m^3 par heure, on aurait un travail utile de 200 *ch* pour lequel le travail produit à la surface devrait être de $\frac{200}{0,67} = 300$ *ch* en nombre rond. Si la dépense par cheval indiqué et par heure est de 6,25 *kg* de vapeur, consommation très admissible si la

machine fonctionne sous une charge constante, et si la chaudière produit de 5,5 à 6 *kg* de vapeur par kilogramme de combustible coûtant, par exemple, 10 *f* les 1 000 *kg*, on trouvera, en prenant le chiffre le plus faible, que la dépense par heure sera de $\frac{300 \times 6{,}25}{5{,}5} \times \frac{10}{1\,000} = 3{,}50\ f.$ Dans ce cas 1 *kg* de charbon produit un travail de 151 000 *kgm*.

Pompe hydraulique. — L'auteur examinera ensuite le cas de la transmission hydraulique qui est très employée dans les houillères d'Écosse. dans ce système on se sert de deux colonnes d'eau pour tenir lieu des tiges de pompe en utilisant le principe de la non-compressibilité de l'eau. La machine à vapeur de la surface actionne une pompe double dont les pistons refoulent et aspirent l'eau dans deux colonnes dont l'une agit au fond sur des pistons et des cylindres analogues, lesquels répètent le mouvement de ceux du jour transmettant le mouvement à des pompes. On peut, paraît-il, obtenir avec ce mode de transmission un rendement de 68 0/0. Si on prend les mêmes données que dans le cas précédent, on aura une dépense en argent sensiblement identique à la précédente, puisque le rendement est de 68 0/0 au lieu de 67. C'est donc tout à fait inutile de calculer le chiffre exact.

Machine souterraine. — On peut examiner le cas où on placerait au fond la chaudière et la machine. On supposera la pompe commandée directement par le moteur, soit par sa bielle attelée sur l'arbre, soit par les tiges de pistons en prolongement l'une de l'autre. La perte totale ne doit pas dans ce cas dépasser 13 0/0, de sorte que le travail brut à fournir par le moteur sera de 233 *ch*. La dépense, calculée comme ci-dessus, sera de $\frac{233 \times 6{,}25}{5{,}5} \times \frac{10}{1\,000} = 2{,}65\ f.$ Un kilogramme de combustible produit un travail de 204 000 *kgm*.

Machine de Cornouailles. — Avec une machine de Cornouailles épuisant à cette profondeur, on n'aurait probablement pas un effet utile de plus de 116 500 *kgm* par kilogramme de combustible, en supposant celui-ci toujours le même. L'auteur n'insistera pas sur ce point parce qu'il n'a pas de données suffisantes, n'ayant pas connaissance de machines de Cornouailles travaillant dans ces conditions. Il serait certainement plus avantageux de diviser l'élévation en plusieurs étages avec reprise de l'eau à chacun, que de recourir à l'emploi d'une machine attelée à une maîtresse tige de 1 200 *m*. Cette tige pèserait à elle seule 350 à 400 *t* pour une pompe de 0,305 *m* de diamètre, dimension correspondante au volume d'eau à élever qui est de 45 000 *l* par heure. Bien que la tige soit équilibrée par des contrepoids, il n'en faut pas moins une puissance considérable pour mouvoir un semblable attirail, et la machine ne coûterait pas moins de 750 000 *f* à 1 million, soit énormément plus que les autres systèmes *(à suivre)*.

Emploi de l'air liquide comme explosif. — Nous avons déjà eu occasion de signaler les essais faits de l'air liquide comme explosif. Le *Journal of the Society of Arts* donne des détails sur une serie d'expé-

riences faites à Vienne en présence de représentants du comité technique militaire. On a opéré sur de l'air liquide provenant de la fabrique de Linde à Münich et apporté dans des bidons non bouchés mais munis de l'enveloppe à vide de Dewar pour prévenir l'évaporation.

Lors de l'expédition, le mélange contenait 75 0/0 d'oxygène; mais soixante-douze heures après, lorsqu'on dut employer le liquide, on constata que l'évaporation partielle de l'azote avait porté à 85 0/0 la richesse en oxygène. Les cartouches étaient composées d'air liquide, de pétrole et de kieselguhr (farine fossile). On emploie l'huile de préférence au charbon de bois pour fournir la matière combustible qui doit développer la quantité de gaz nécessaire. L'air liquide représentait de l'oxygène presque pur et le kieselguhr jouait, dans ce cas, le même rôle que dans la dynamite, celui d'aborbant. Les cartouches ainsi préparées portent le nom d'oxylignite. On peut les préparer de deux manières. Dans la première, on mélange l'huile et le kieselguhr dans un bassin, et on ajoute graduellement l'air liquéfié. La pâte ainsi formée est versée dans les enveloppes de cartouches lesquelles sont revêtues d'amiante, probablement pour prévenir la transmission de calorique venant des corps en contact.

La seconde méthode de préparation consiste à charger les cartouches avec le mélange de kieselguhr et d'huile et à y ajouter ensuite l'air liquéfié. On enveloppe dans certains cas les cartouches d'une feuille de plomb.

Le froid intense dû à l'évaporation partielle de l'air liquide rend pénible la manipulation de ces cartouches, malgré les précautions que nous avons indiquées, et les hommes ont quelque peine à y attacher les détonateurs et les fusées. Il s'évapore beaucoup de liquide, surtout dans les cartouches qui ont des enveloppes de plomb et on a remarqué que les cartouches de ce genre ont moins d'effet que les autres. Une a complètement raté dans les essais. On plaçait les cartouches dans des trous de 0,75 *m* de profondeur pratiqués dans le rocher.

Voici les observations faites par le général d'artillerie Hess sur ces essais : le mode de préparation des cartouches est peu économique et il est dangereux pour les yeux; à cause de l'évaporation rapide du liquide, on ne peut compter sur l'effet de la cartouche, même d'une manière approximative. Le kieselguhr et l'huile minérale paraissent bien répondre au but, et l'oxylignite serait un explosif de valeur sous les réserves qui précèdent. Il est nécessaire d'employer les cartouches dans les quinze minutes qui suivent leur préparation.

Il n'y a pas, en général, à craindre de ratés, mais, d'un autre côté, il est difficile de tirer plusieurs cartouches à la fois, parce qu'il faut les faire sur place, ce qui n'est pas une opération commode, surtout au fond où on est exposé à voir les projections de liquide briser les verres des lampes de sûreté et il reste à examiner si le dégagement possible de volumes considérables d'oxygène ne pourrait amener des explosions spontanées avec le grisou ou les poussières de houille. Il est vrai que, d'autre part, le dégagement d'oxygène améliorerait les conditions de l'atmosphère des galeries au point de vue de la respiration des ouvriers.

Le chauffage électrique. — Le nouvel hospice du Carmel, sur

la rive canadienne de la chute du Niagara, est entièrement installé avec des appareils de chauffage et de cuisine électriques. Nous trouvons les détails suivants sur ces installations dans l'*Electrical World and Engineer*.

Le courant triphasé à 2 200 volts est amené par un conducteur en fils de cuivre d'une station génératrice située à 3 *km* de distance. Il est ramené à la tension de 110 volts par deux transformateurs de 30 kilowatts et un de 25 placés à l'hospice même.

Ce courant représente une puissance de 100 *ch* assurée par le contrat: sur ce chiffre, 25 sont employés à l'éclairage, qui comprend 200 lampes à incandescence de 16 bougies, pour la cuisine et le chauffage de l'eau, tandis que le reste, soit 75 chevaux sert au chauffage du rez-de-chaussée du bâtiment, lequel contient 11 chambres à coucher, une salle à manger, une salle de réception et des corridors.

Chaque chambre à coucher mesure 4,50 × 3,60 × 3,05 *m* de hauteur sous plafond; elle est chauffée par un appareil de 4 *ch* donnant deux taux de chauffage. Le corridor qui dessert toutes les pièces a 36 *m* de longueur sur 4.50 de largeur et 3.05 *m* de hauteur; il est chauffé par 9 appareils de 4 *ch*.

La cuisine contient un fourneau complet et trois fours. Le premier a 6 pieds carrés (0,55 m^2) de surface de chauffe, chaque pied carré consommant 15 ampères et est muni d'un commutateur permettant deux degrés de chaleur.

Les fours consomment chacun 23 ampères pour les deux petits et 50 pour le grand. On peut cuire à la fois quatre rôtis de 12 *kg*. L'office contient des récipients de 20 *l* chauffés par l'électricité pour faire le café, le thé et pour faire bouillir de l'eau.

Il y a encore deux chaudières également chauffées à l'électricité, l'une de 1 500 *l*, l'autre de 600 *l*. La première dessert la buanderie et les bains et peut recevoir trois degrés différents de chaleur, elle consomme 120 ampères. La seconde dessert la cuisine; elle consomme 125 ampères parce qu'on l'emploie pour faire chauffer de l'eau rapidement. Le jour de l'inauguration de l'hospice, la cuisine électrique a préparé un dîner pour 250 personnes. La grande chaudière porte à l'ébullition de l'eau à 15° C en six heures. Les petits fours cuisent du pain en 18 minutes.

Le courant servant au chauffage de l'eau, à la cuisine et à l'éclairage, et qui est fourni par une des phases, coûte 125 *f* par cheval, ce qui, pour 25 *ch* représente une somme annuelle de 3 125 *f* et les 75 *ch* employés au chauffage de l'édifice coûtent, par cheval, le cinquième seulement du taux précédent. L'installation demande très peu de surveillance et peut être considérée comme donnant toute satisfaction.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Novembre 1899.

Rapport de M. Rozé sur un **nouveau robinet intermittent** de M. A. Bine.

Ce robinet est disposé en vue de parer à l'éventualité d'un écoulement continu et indéfini résultant du calage d'un organe extérieur. Sous l'action de la main, l'écoulement a lieu de la manière ordinaire. mais si cette action est prolongée, l'écoulement s'arrête de lui-même après un débit limité à un volume réglé par un mécanisme intérieur. Chaque action nouvelle permet d'obtenir un nouveau volume égal au premier. Le mécanisme, très simple, qui donne lieu à ce mode de fonctionnement consiste essentiellement dans un piston qui ferme l'écoulement par un clapet sous l'action de l'eau qui n'arrive sur lui que par un canal latéral étroit et même étranglé par une vis de réglage. On pourrait croire ce mécanisme délicat et sujet à de nombreuses causes de dérangement. Il paraît qu'une expérience déjà prolongée a indiqué qu'il n'en était rien.

Perfectionnements au métier Northrop, par M. Ed. Simon.

Cette note a pour objet d'indiquer divers perfectionnements apportés à ce métier qui est quelquefois désigné aussi sous le nom de Draper, celui du constructeur américain, perfectionnements dont l'adoption a contribué à étendre l'emploi du nouveau métier. L'examen de ces modifications donne une confirmation nouvelle des tendances de l'industrie américaine vers la transformation absolument automatique des engins de production en même temps qu'une démonstration de la simplicité des moyens mis en œuvre pour résoudre les opérations mécaniques les plus délicates.

Les rayons X et la photographie. Conférence faite le 10 février 1899, devant la Société d'Encouragement, par M. P. Villard.

L'auteur traite ici une question très intéressante dont le point de départ est une observation faite par Herschell en 1839, savoir que les rayons les moins réfractaires du spectre peuvent détruire l'effet produit par les rayons chimiques sur une préparation photographique. Des expériences faites plus tard par M. Claudet ont montré qu'une plaque daguerrienne, impressionnée par les rayons chimiques, pouvait être ramenée à son état initial par une exposition suffisante à la lumière jaune ou rouge; la surface sensible ainsi régénérée pouvait servir à nouveau et recevoir une image aussi bien que si elle n'avait subi au-

cune insolation. La découverte de M. Roentgen, en mettant à la disposition des physiciens des radiations nouvelles, profondément différenciées de celles que nous connaissions, vient ouvrir une voie nouvelle aux recherches entreprises dans cet ordre d'idées et étendre singulièrement le champ des investigations.

L'auteur décrit diverses expériences indiquant, par exemple, qu'il est possible de photographier des objets n'émettant que des radiations invisibles infra-rouges, tels que des corps chauffés à une température inférieure au rouge. On peut également obtenir une image ou une silhouette d'un objet à travers un écran complètement opaque pour la lumière proprement dite.

Une application très intéressante de ces principes est la préparation d'épreuves positives directes au moyen de plaques sensibles roentgénisées préalablement. De plus, l'emploi combiné de la photographie et des rayons X conduit encore à une autre application: la transformation d'une radiographie ordinaire en épreuve positive par l'exposition à la lumière avant développement. Il ne paraît pas douteux que l'étude des phénomènes d'inversion ne conduise à des applications d'une réelle importance.

Les plaques de blindage, Conférence faite, le 28 avril 1899, par M. L. Baclé.

Dans cette conférence très intéressante et très développée, l'auteur débute par exposer l'intérêt scientifique de la fabrication des cuirassements qui sont des pièces métalliques devant remplir des exigences particulières et qui atteignent des poids très considérables; il n'est pas rare de rencontrer des pièces pesant finies 30 000 *kg* et plus, et dont la préparation exige la manipulation de lingots allant jusqu'à 100 000 et même 120 000 *kg*. Il faut des outillages spéciaux et étudiés avec le plus grand soin pour élaborer ces masses énormes.

M. Baclé passe rapidement en revue l'historique de l'emploi des cuirasses sur les navires, en même temps que celui du développement, qui lui est parallèle, de l'outillage de fabrication des blindages; puis il étudie les applications successives des divers types de métaux à cette fabrication, savoir, le fer d'abord, puis l'acier doux, le métal mixte et les aciers spéciaux, acier au chrome, au nickel, aciers cémentés, acier harveysé, en donnant pour chacun les résultats obtenus dans les essais de tir.

Un chapitre est consacré à l'examen comparatif des formules de perforation dont la plus employée actuellement est celle due au colonel Jacob de Marne, qui l'a proposée en 1886; néanmoins, les mathématiciens et les expérimentateurs n'ont pas renoncé à continuer leurs recherches pour obtenir, soit des formules théoriques mieux justifiées, soit des formules empiriques plus conformes aux résultats de l'expérience. *(A suivre.)*

Fabrication de l'acide carbonique liquide à Old Ford (Extrait de *Engineering*).

Cette fabrication, dans laquelle l'acide carbonique est préparé par la

combustion de coke dans les foyers de chaudière et absorbé par de la potasse, d'où on le fait dégager ensuite, puis liquéfié par des compresseurs à trois temps à enveloppes d'eau, peut donner 5 000 *kg* d'acide liquéfié par jour.

Notes de mécanique.

Nous citerons, parmi ces notes, la description de la presse à coton continue de Swenson, du tour à fileter de Latham, des machines à vapeur de la station électrique de la Luisenstrasse à Berlin, (voir *Informations Techniques* du *Bulletin* de novembre 1899, p. 728), et du nettoyage mécanique des conduites d'eau à Torquay. Nous dirons quelques mots de ce dernier sujet. Il y a, à Torquay, deux canalisations, dont l'une de 250 *mm* a 13 *km* de longueur, l'autre de 250 *mm* a 15 *km*. Ces conduites se recouvrent assez vite d'incrustations assez tendres que l'on a trouvé moyen d'enlever par des racleurs mécaniques poussés par la charge même de l'eau.

L'appareil se compose d'un piston formé d'un disque de cuir protégé par une coupe en avant et relié aux racleurs par une sorte de joint universel; les gratteurs ont six couteaux appliqués contre les parois de la conduite par des ressorts. Ce système fonctionne très bien, et l'appareil peut passer sans difficulté dans des coudes à angle droit de 9 *m* de rayon. A Torquay, on fait un grattage tous les ans, ce qui augmente le débit de 28 0/0. Les raclures contiennent 49 0/0 de fer, on a calculé que la conduite perd, par la formation de ces nodules sous l'action de l'acide carbonique contenu dans l'eau, 21 000 *kg* de fer par an.

ANNALES DES MINES

9e livraison de 1899.

Le nivellement général de la France, par M. Ch. Lallemand, Ingénieur en chef des Mines.

Le nivellement général de la France est dû à Bourdaloue, conducteur des Ponts et Chaussées qui, ayant acquis une grande notoriété dans l'exécution des nivellements pour travaux de chemins de fer, fut chargé en 1857 de l'exécution du premier réseau de lignes de base; le point de départ adopté était le niveau moyen de la Méditerranée à Marseille, qui porte le nom de zéro Bourdaloue. Ce travail fut achevé en 1867.

En 1878, une Commission fut chargée par le ministre des Travaux publics d'arrêter les bases d'un nouveau nivellement général de la France qui servirait à rectifier celui de Bourdaloue et s'étendrait sur tout le territoire de manière à fournir, pour chaque commune, douze à quinze points de repère bien définis et à permettre l'établissement de cartes à grande échelle où le relief du sol serait indiqué dans tous ses détails. Une importante partie de ce travail est déjà faite.

Le mémoire décrit la marche générale des opérations en donnant des explications très détaillées sur le matériel employé et le transport de ce matériel, transport pour lequel nous signalerons en passant qu'on se sert, pour remplacer le porte-niveau, d'un chien attelé à une voiture portant le matériel et les instruments de la brigade.

La note décrit en détail et avec figures les instruments, repères, niveaux et mires, puis examine les méthodes d'opération et de calcul et se termine par l'exposé des résultats obtenus, longueur des nivellements exécutés, précision obtenue et prix de revient des opérations. Nous donnerons quelques chiffres à ce sujet.

A la fin de 1899, la longueur des itinéraires nivelés qui, en 1884, se composait de 15 000 *km* du réseau Bourdaloue et de 5000 de nivellement divers, atteignait 58 000 *km* : ces lignes sont munies de 74 000 repères. La précision est trois fois plus grande que celle du nivellement Bourdaloue; l'erreur accidentelle ne dépasse pas 1 8 de millimètre par kilomètre pour les nivellements de premier ordre et 5 *mm* par kilomètre pour les nivellements de 4e et 5e ordres. Le prix de revient, qui était de 55 *f* le kilomètre pour le nivellement Bourdaloue est descendu pour celui-ci à 35 *f*.

Notice sur la **construction d'une galerie souterraine** destinée à relier la concession des mines de lignite de Gardanne à la mer par Marseille, par M. Domage, Directeur de la Société nouvelle des Charbonnages des Bouches-du-Rhône.

Le bassin de Fuveau qui contient plus de 100 millions de tonnes de lignite et renferme vingt-trois concessions d'une superficie collective de plus de 30 000 *ha*, a son exploitation gênée dans une mesure très considérable par les eaux et les frais d'épuisement dans les neuf années qui se sont écoulées de 1880 à 1889 ont atteint le chiffre moyen de 2 *f* par tonne de charbon extrait; aussi a-t-on songé à recourir à l'emploi d'une galerie d'écoulement amenant les eaux à la mer. Cette solution avait été étudiée dès 1859 et plusieurs projets examinés. Enfin, la construction de cette galerie fut déclarée d'utilité publique en 1889. La note donne le texte du décret du 28 février de cette année et du cahier des charges relatif à l'exécution.

(A suivre.)

INFORMATIONS TECHNIQUES

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Pont en ciment armé sur le Grand Morin, à Meaux.** — C'est un pont droit de 10 *m* d'ouverture entre culées et de 4,40 *m* de largeur dont 2,40 *m* pour la chaussée et 1 *m* pour chaque trottoir établi en porte-à-faux.

Cet ouvrage est en définitive une dalle de forte épaisseur noyant une quantité de poutrelles à armatures symétriques, 25 pour les 2,40 *m* de largeur proprement dite puisque les trottoirs sont supportés par cette dalle. Un pavage en bois de 0,10 *m* d'épaisseur est établi directement sur la dalle bombée transversalement à cet effet. Pour faciliter la dilatation, le pont repose librement sur ses culées et sur l'une d'elles par l'intermédiaire de trois plaques de glissement. Enfin, sous les trottoirs établis en console, est suspendue une conduite de 0,15 *m* de diamètre. Cette suspension s'est faite très commodément. Cet ouvrage a donné toute satisfaction. (*Le Ciment*, novembre 1899, page 164.)

2. — **Chemins de fer à voie étroite en Hanovre.** — Il y a actuellement en Hanovre, en dehors des tramways, quatre petites lignes en exploitation, lesquelles ont été construites sous le régime de la loi de 1892 sur les petits chemins de fer (Kleinbahnen). Ces lignes ont une longueur totale de 110 *km* et ont coûté 3 750 000 *f*, ce qui donne un prix kilométrique moyen de 34 000 *f* en nombre rond. Il y a, en outre en construction, huit lignes d'un développement total de 300 *km* dont la dépense d'établissement sera de 11 millions de francs, soit à peu près le même prix par kilomètre que les précédentes; elles seront très probablement ouvertes au trafic à la fin de cette année.

Un exemple intéressant à citer est celui de l'une des premières, la ligne du cercle de Hümmling ouverte le 14 août de l'année dernière; il montre qu'un chemin de fer de ce genre construit et exploité économiquement peut être rémunératif, même dans une contrée agricole, à population peu dense et n'ayant pas d'industrie spéciale.

Le cercle de Hümmling a une superficie de 800 km^2 et compte 10 000 habitants, ce qui fait à peine 20 habitants par kilomètre carré. Il est situé entre l'Ems et le duché d'Oldenbourg. La ligne en question relie Lathen à Werlte en passant par Sögel, avec un embranchement sur le canal de Dortmund à l'Ems. La longueur est de 28 *km*, la voie est à l'écartement de 0,75 *m*. La dépense d'établissement a été de 32 000 *f* par kilomètre, répartie comme suit :

Terrains	485 *f*
Terrassements	1 950
Traversée de routes	100
Ponts et passages	355
Voie	20 000
Signaux	700
Stations	3 000
Matériel roulant	4 600
Direction	500
Intérêts	180
Divers	130
TOTAL	32 000 *f*

On n'a eu besoin d'acheter les terrains que dans le voisinage des villages.

La voie est posée en rails d'acier de 18 *m* de longueur, pesant 17 1/2 *kg* le mètre courant; les traverses en bois créosoté ont 1,50 *m* de longueur sur 0,15 *m* de largeur et 0,11 *m* d'épaisseur (Abstracts of Papers, *Institution of Civil Engineers*, vol CXXXVII, p. 472, d'après le *Zeitschrift für Architektur and Ingenieur wesen).*

3. — **Dragage par refoulement d'eau.** — Le système de dragage de Kretz, basé sur le refoulement de l'eau pour désagréger les bancs de sable et de gravier, a été essayé par les soins de l'administration communale de Strasbourg.

On s'est servi d'un remorqueur sur lequel on avait installé l'appareil dragueur composé d'un tuyau de chasse de 9,50 *m* de longueur à deux branches avec 200 tubulures pour la sortie de l'eau sous pression, et de deux pompes Blake pouvant donner 12 m^3 d'eau par minute sous la charge de 50 m^3 d'eau. Les tuyaux de refoulement sont reliés aux pompes par des raccords en hélice permettant un déplacement relatif.

Les essais ont eu lieu à Altripp, sur le haut-Rhin. On a travaillé sur un banc de gravier de 150 *m* de longueur où le mouillage est de 1,50 *m*. Malgré des conditions défavorables de fonctionnement des pompes, le dragueur a creusé en une heure une passe de 100 *m* de longueur, 10 à 12 *m* de largeur et 1,80 *m* de mouillage.

Le second jour, on creusa, dans les mêmes conditions, une passe de 150 *m* en une heure et demie. Ces expériences ont prouvé l'utilité pratique de ce système pour creuser des passes navigables momentanées dans des rivières à fort charriage de gravier, comme le Haut-Rhin. *(Annales des Travaux publics de Belgique*, octobre 1899, page 863, d'après le *Zeitschrift der Vereines Deutscher Ingenieure.)*

4. — **Grand barrage aux Indes.** — Cet ouvrage est le plus grand de ceux qui sont destinés à l'irrigation des plaines étendues de Madura, aux Indes anglaises.

Il est assis directement sur la paroi rocheuse de la vallée; sa longueur est de 396,20 *m* à la partie supérieure; son épaisseur mesure 42,06 *m* à la base et 3,66 *m* au couronnement. Il s'élève à 42,81 *m* au-dessus du

niveau de l'étiage du Periar et forme, par la retenue des eaux, un lac de 336 *km²* de superficie, capable d'assurer l'irrigation à une zone de 60 000 *ha* de terrain. L'eau retenue par le barrage est conduite à 10 *km* en amont par un tunnel vers les plaines de Madura. Ce tunnel est capable de débiter 4 500 *l* par seconde; il mesure 5 706 *m* de longueur, 12 *m* de largeur et 7,50 *m* de hauteur. Au sortir du tunnel, les eaux s'écoulent dans une tranchée ouverte, dans une contrée rocheuse, puis dans le lit d'un petit cours d'eau jusqu'à la rivière principale du district de Madura. Enfin elles sont distribuées aux terres par un réseau de canaux. Le grand canal d'amenée a 60 *km* de longueur : il alimente 12 canaux secondaires de 150 *km* de développement, enfin des canaux distributeurs de 165 *km* de longueur complètent le système *(Annales des Travaux publics de Belgique*, août 1899, page 690, d'après *le Scientific American.)*

II[e] SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives. Machines à vapeur, etc.

5. — **Moteur à acide carbonique.** — M. W. F. Roberts a présenté à l'Institut de Franklin un moteur à acide carbonique de son invention. Ce moteur a trois cylindres de 51 *mm* de diamètre avec 51 *mm* de course de piston. On peut le construire dans le type vertical aussi bien que dans le type horizontal. Dans ce dernier la machine occupe 0,60 $\times$ 0,35 *m* et, dans le modèle vertical, 0,35 $\times$ 0,25 *m* avec 0,45 *m* de hauteur. La force peut être prise aux deux extrémités de l'arbre coudé.

Les cylindres ont des soupapes de distribution automatique commandées par des cames qui permettent de n'introduire le fluide moteur que pendant une fraction très faible de la course, 1 ou 2 *mm*, ce qui se comprend avec l'emploi d'une pression initiale de 105 *kg* par centimètre carré.

Dans ces conditions et à 2 000 tours par minute, le moteur développe 25 *ch.* Le modèle horizontal, y compris la plaque de fondation, pèse 38,5 *kg*, ce qui fait à peu près 1,50 *kg* par cheval.

Le gaz acide carbonique est fourni par des récipients en acier contenant de l'acide liquide. Un tube de cuivre, enroulé en serpentin, relie les récipients au moteur; ce serpentin est chauffé. *(Journal of the Franklin Institute*, août 1899, page 156.)

6. — **Multiplicateur de pression hydraulique.** — Dans la construction du chemin de fer souterrain entre Baker street et Waterlo o à Londres, on emploie pour les manœuvres la pression hydraulique fournie par les conduites de la London Hydraulic Power C°.

Mais, comme la pression de ces conduites ne suffit pas pour les manœuvres des vérins hydrauliques pour l'avancement des boucliers, vérins qu'on a intérêt à ne pas faire trop gros et trop lourds, on emploie des appareils pour augmenter la pression de l'eau.

Ces appareils, construits par la Leeds Engineering and Hydraulic Company, à Leeds, se composent d'un cylindre à double effet actionné par l'eau à pression modérée et agissant sur deux plongeurs qui refoulent l'eau sous une pression plus forte, proportionnellement aux sections des pistons. Ces multiplicateurs fournissent de l'eau à la pression de 170 *kg* par centimètre carré.

Ils sont fixés aux boucliers dont les vérins sont mus par l'eau à forte pression produite par ces appareils, de sorte qu'il n'y a pas de tuyautage fixe ou flexible soumis à ces hautes pressions. Les multiplicateurs sont renfermés dans des caisses en tôle pour les mettre à l'abri des chocs; ces caisses occupent 2 *m* × 0,45 *m* sur 0,45 *m* de hauteur. (*Engineering*, 1er decembre 1899, page 703, article illustré.)

7. — **Un canon de nouvelle construction.** — Un canon de 5 pouces (0,125 *m*) du système Brown, a subi avec succès les essais officiels à Birdsborough, aux États-Unis. Les conditions requises étaient que la pièce donnât une vitesse à la bouche de 793 *m* (2 600 pieds) au moins; qu'elle pût subir le tir de 295 coups avec un projectile de 25 *kg* et de la poudre sans fumée et enfin que la pression des gaz ne dépassât pas 2 832 *kg* par centimètre carré. Ensuite, on devait tirer cinq coups avec des pressions allant de 3 200 à 3 550 *kg* par centimètre carré.

Ce que ce canon a de particulier, c'est sa construction, des douves d'acier dur autour desquelles est enroulé du fil d'acier; ce fil donne seul la résistance aux efforts transversaux tandis que les douves ne servent qu'à donner la résistance longitudinale. On sait que les premiers canons étaient construits avec des douves de bois maintenues par des cercles en fer (*Engineering*, 8 septembre 1899, page 299.)

8. — **Le frein Westinghouse.** — Dans une lettre adressée à la *Schweizerische Bauzeitung*, notre Collègue M. Camille Barbey manifeste son étonnement du peu de peine que prennent les administrations de chemins de fer européennes et suisses en particulier pour initier leur personnel au fonctionnement des freins continus. Aux États-Unis, où ces freins ont été construits pour la première fois et sont appliqués en grand depuis longtemps, chaque Compagnie importante a fait construire, ces dernières années, des wagons d'instruction (air brake instruction car) munis des appareils complets d'un train de 30 à 50 véhicules; une chaudière fournit la vapeur à la pompe et au chauffage pendant l'hiver; des coupes en nature de tous les organes du frein, pompe, robinet du mécanicien, cylindres, triples valves, montrent clairement la construction et le fonctionnement des appareils.

Ces wagons d'instruction se composent en général d'un long compartiment renfermant les appareils placés d'un côté du wagon; de l'autre sont des sièges où les agents prennent place pendant qu'un ingénieur leur fait la démonstration des appareils; un second compartiment sert de bureau et de dortoir à l'ingénieur chargé d'instruire le personnel; ce wagon voyage sur tout le réseau et reçoit successivement tout le personnel de la traction ayant quelques relations avec les freins continus; en particulier les visiteurs du matériel roulant reçoivent une instruction très complète sur ce sujet.

Les Compagnies de chemins de fer américains trouvent une économie sérieuse à avoir un personnel bien instruit et au courant d'un appareil assez compliqué. Ces wagons ont environ 20 *m* de longueur avec accès aux deux bouts ; ils sont montés sur bogies à deux ou trois essieux ; outre les appareils des freins, ils reçoivent souvent des coupes de graisseurs automatiques, injecteurs, tachygraphes, etc., destinés à l'instruction des mécaniciens.

Il est d'ailleurs très remarquable de voir jusqu'où les Américains poussent l'étude des freins continus ; les journaux techniques ont un chapitre spécial réservé à la discussion des questions de freins (air brake département du *Locomotive Engineering*, par exemple). Une vaste Société qui réunit chaque année les « inspecteurs des freins continus », publie des rapports très intéressants pour les spécialistes et qui permettent d'employer économiquement et utilement un des appareils les plus ingénieux de la science des chemins de fer.

Il serait à désirer voir de pareilles organisations établies en Europe ; l'auteur ne se dissimule pas d'ailleurs qu'il y a peu de chances de les voir introduites actuellement en Suisse où l'imminence du rachat est un puissant frein Westinghouse pour arrêter l'introduction de nouveautés techniques sur les chemins de fer.

III[e] SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

9. — **Machine réversible pour laminoirs.** — La Société Märkische Maschinenbau Anstalt, précédemment Kamp et C[ie], à Wetter, sur la Rühr, construit en ce moment pour la Compagnie des Hauts fourneaux, Forges et Aciéries de la Marine et des Chemins de fer, à Saint-Chamond, une machine reversible pour laminoirs, qui sera une des plus grandes qui existent et dont les dimensions principales sont :

Diamètre des cylindres à vapeur	1 400 *m*
Course des pistons.	1 500
Nombre de tours par minute	120
Vitesse des pistons par seconde	6 *m*
Rapport d'engrenages	1 à 3
Largeur des dents	0,760 *m*

La machine est à deux cylindres horizontaux avec tiroirs cylindriques sur le côté, actionnés par des coulisses dont le relevage s'opère par un cylindre hydraulique. Il y a une manivelle à contrepoids à chaque extrémité de l'arbre au milieu duquel est calé le pignon denté portant 19 dents. L'arbre de la grande roue, laquelle a 57 dents et 4 275 *m* de diamètre, porte aux deux extrémités des manchons pour actionner, d'une part, un laminoir à tôle, de l'autre, un laminoir à blindages.

Les axes des cylindres sont écartés de 5,30 *m*, la machine et la trans-

mission occupent 18 *m* de longueur sur 8 *m* de largeur aux cylindres et 6 *m* à la transmission.

On peut estimer qu'avec une pression moyenne effective de 4 *kg* (la pression initiale étant 6), le travail sur les pistons ressortira à 10 000 *ch* en nombre rond.

Le laminoir à blindages, d'un nouveau système dû au constructeur, a des cylindres de 1,25 *m* de diamètre et 4 *m* de longueur; ces cylindres peuvent être rapprochés ou écartés sur une course de 1,250 *m* et sont capables de traiter des paquets du poids de 65 000 *kg* (*Stahl und Eisen*, 1er décembre 1899, page 1107, article illustré).

10. — **Égalisateur de température pour air chaud.** — Le chauffage du vent dans les hauts fourneaux présente, comme on sait, de grands avantages au point de vue notamment de l'économie de combustible et de la qualité de la fonte, mais il a un inconvénient, celui de donner des températures inégales. La chaleur employée dans le haut fourneau provient de deux sources, le coke et l'air chaud; le calorique fourni par le premier étant une constante, si celui donné par le vent varie, on n'a plus une température constante. Or, les fours à chauffer le vent donnent une température décroissante à partir du départ.

MM. L. Gjers et Joseph H. Harrison, de Middlesbrough, ingénieurs qui ont acquis une grande expérience dans le service des hauts fourneaux dans le district de Cleveland, ont imaginé un système pour égaliser la température du vent, système constitué par un appareil ressemblant assez à un four Cowper ou autre; l'air chaud arrive d'un côté en sortant des fours dans lesquels il a été chauffé et traverse dans un sens une moitié de l'appareil dont l'intérieur est rempli de piles de briques disposées en chicanes, puis il traverse l'autre moitié dans l'autre sens, et sort du côté opposé pour aller au haut fourneau. On conçoit que cet air abandonne une certaine partie de son calorique aux briques lorsqu'il est très chaud et le reprend quand sa température a baissé; c'est, en somme, une sorte de volant de chaleur. Ce système très simple donne, paraît-il, de bons résultats (*Engineer*, 25 août 1899, page 201, article illustré).

11. — **Nettoyage des pièces sortant de la forge ou du laminoir.** — L'enlèvement de l'oxyde qui recouvre la surface des pièces de fer forgées ou laminées est une opération importante. Effectuée à la main, elle est longue et coûteuse. On l'opère généralement en immergeant les pièces dans un bain contenant une partie d'acide chlorhydrique ou sulfurique pour dix d'eau, mais il faut encore un temps variant de 1 à 24 heures selon la nature des pièces.

On a cherché à réduire la durée de l'opération par l'intervention du courant électrique.

On a d'abord placé le fer dans le bain acide en en faisant l'anode d'un circuit, mais on a trouvé que le métal se piquait, parce que, là où il n'était pas protégé par l'oxyde, il était attaqué plus vite. Pour surmonter cette difficulté, on a essayé de renverser le courant à de courts intervalles, le métal étant alternativement à un pôle et à l'autre.

On a également employé un système consistant à faire circuler la dissolution acide avec une pompe ou un serpentin chauffé agissant comme un thermo-siphon dans une chambre doublée de plomb derrière laquelle sont placés des électro-aimants. A mesure que la dissolution circule, l'oxyde magnétique en suspension est attiré et retenu par les électro-aimants, et on peut l'enlever de temps en temps.

On a essayé en Amérique un procédé dans lequel on emploie une solution d'acide sulfurique ou de sulfate de soude. Les tôles à nettoyer forment l'électrode négatif et une plaque de fer l'électrode positif, l'hydrogène qui se dégage de la surface des tôles opère le nettoyage et la réduction de l'oxyde.

Un autre procédé, dans lequel entrent aussi des électro-aimants, consiste dans l'emploi d'un appareil contenant un électro-aimant placé dans une enveloppe en cuivre. Le collecteur d'oxyde est placé à un endroit convenable dans le bain, et relié aux pôles d'une dynamo donnant un courant de 10 ampères avec une tension de 6 volts.

Avec des bains de grand volume, on emploie deux collecteurs ou même plus; avec un seul, on peut le déplacer d'un point à l'autre du bain. On le sort même de temps en temps pour détacher l'oxyde qui y adhère, soit en interrompant le courant, soit par l'action d'une brosse (Extrait d'un mémoire lu par M. S. Cowper-Coles à l'*Association Britannique*).

12. — **Cartouches électrolytiques.** — M. D. Tommasi a imaginé un système de cartouches électrolytiques qui peuvent remplacer les cartouches à dynamite et à poudre.

1° *Cartouche au carbonate de potassium.* — Cette cartouche se compose d'un cylindre de verre à parois épaisses rempli d'une solution concentrée de carbonate de potassium et fermé à la lampe. Chacun des fonds du cylindre est traversé par un fil de platine relié à une batterie d'accumulateurs; dès qu'on fait passer le courant, l'électrolyse se produit, le carbonate est décomposé en hydrogène et acide carbonique qui s'accumulent sous une pression de plus en plus grande jusqu'à ce que le cylindre de verre éclate.

2° *Cartouche au chlorure d'ammonium.* — Cette cartouche fonctionne comme la précédente. Le chlorure d'ammonium se décompose en chlore, ammoniaque et hydrogène; le chlore réagit sur l'ammoniaque et la décompose, de sorte qu'il se forme de l'acide chlorhydrique et du chlorure d'azote. Lorsque les gaz qui se dégagent ont atteint une tension suffisante pour faire éclater l'enveloppe en verre de la cartouche, l'ébranlement qui résulte de cette rupture fait détoner le chlorure d'azote, corps éminemment explosif, comme on sait.

Cette cartouche ne devient réellement dangereuse que lorsque l'électrolyse commence; rien n'est donc plus aisé, en pratique, que de ne fermer le circuit que lorsqu'il n'y a aucun risque à courir pour le personnel (*L'Électrochimie*, novembre 1899, page 166).

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle. Divers, etc.

13. — **Le fléau de la suie à Philadelphie.** — La suie devient de plus en plus un véritable fléau à Philadelphie; cela tient à l'usage de plus en plus grand du charbon bitumineux. Avant 1890, presque tout le charbon brûlé dans cette ville était représenté par les 250 000 *t* employés annuellement pour la fabrication du gaz d'éclairage. Mais en 1893, la consommation totale s'élevait déjà à 900 000 *t*; en 1897 et 1898, on trouve les chiffres respectifs de 1 600 000 et 1 450 000 *t*, dont beaucoup de charbon bitumineux. Ainsi, de 1893 à 1898, l'accroissement de la consommation de ce combustible a été de 2 034 977 *t*, tandis que celle de l'anthracite n'a été que de 50 468 *t*.

Les journaux de Philadelphie réclament des mesures pour empêcher cette ville de devenir une des cités les plus malpropres des États-Unis. (*Engineering News*, 28 septembre 1899. page 201.)

14. — **Une pluie extraordinaire.** — On a observé, le 20 septembre, dans le voisinage de Boston, Mass., une chute de pluie sans précédent comme intensité. Des observations de M. Ch. R. Felton, Ingénieur de la ville de Brockton, ont fait constater une chute maxima de 51 *mm* par heure. Il y a dans cette ville trois pluviomètres situés loin les uns des autres, deux sont à enregistreurs, l'autre ne l'est pas. Les deux premiers ont donné respectivement 0,132 0,137 et 0,149 *m*, avec les maxima suivants : 0,127 *m* en 7 heures, 0,120 *m* en 5 heures, 0,076 *m* en 3 heures, 0,051 *m* en 1 h. 40 m. et 0,025 *m* en 30 minutes.

Un autre correspondant relate une chute de 0,085 *m* en 7 h. 40 m., le même jour, observée aux pluviomètres du réservoir de Chestnut-Hill de la distribution d'eau de Boston. La pluie a commencé à 3 h. 50 *m* et a cessé à 11 h. 30 m. du matin. Pendant cet intervalle de 7 h. 40 m., il est tombé 85 *mm* de hauteur d'eau, la moyenne étant 11,2 *mm* par heure. Mais de 7 h. 7 m. à 8 h. 40 m. du matin, le taux a été de 22,9 *mm* par heure et, dans les 15 minutes suivantes, le taux a été de 51 *mm* à l'heure. (*Engineering News*, 28 septembre 1899, page 201.)

15. — **Documents relatifs à l'histoire de la machine à vapeur.** — On sait que les ateliers de Soho, près Birmingham, exploités par la Société James Watt et Cie, successeurs de Boulton et Watt, les créateurs de la machine à vapeur pratique, ont été rachetés par la maison Tangye (1). On a trouvé dans les archives des documents d'un haut intérêt pour l'histoire de la machine à vapeur. Il y a, notamment, une lettre des plus curieuses adressée par Boulton à lord Darmouth. Boulton et Watt avaient des commandes de machines à feu (c'est le nom qu'on donnait alors aux machines à vapeur) pour la France. Ils refusaient de les livrer si le gouvernement français ne leur accordait pas un privilège exclusif en France. Ils l'obtinrent, mais, par

(1) Voir Chronique de mars 1895, page 483.

suite de l'état de guerre entre les deux pays, il fallait, pour l'expédition des machines, obtenir des laisser-passer des deux gouvernements.

La lettre dont nous parlons sollicite les bons offices de lord Darmouth à cette occasion. Boulton expose que ces livraisons en France seraient un excellent moyen d'assurer à l'Angleterre la fabrication des machines à feu et aussi de la confection des grosses pièces de fonte en rapport avec cette industrie et même d'autres. Il n'y a pas, quant à présent, dit-il, en France, de fonderies capables de couler ces grosses pièces, et tant que les Français pourront se les procurer en Angleterre, ils ne seront pas tentés de créer ces établissements, tandis que si on gêne l'exportation, il faudra qu'ils se mettent en mesure de les faire eux-mêmes, et l'Angleterre perdra cette source de profits. Elle doit considérer que l'établissement de grandes fonderies en France y faciliterait singulièrement la fabrication des canons de marine, fabrication dont le gouvernement français se préoccupe vivement. Les arguments employés par le célèbre manufacturier en faveur de son industrie méritent d'être signalés. Il est à regretter que la date de cette curieuse lettre ne soit pas indiquée. (*Iron and Coal Trades Review*, 6 octobre 1899, page 614.)

16. — **Bibliothèque de l'Institut de Franklin.** — La bibliothèque de l'Institut de Franklin, à Philadelphie, est considérée comme le moyen d'action le plus efficace de cet Institut pour encourager le développement de la science et de l'industrie.

Cette bibliothèque contient actuellement 49 600 volumes, plus 33 500 brochures; elle reçoit régulièrement 460 périodiques. Elle est fréquentée, en moyenne, par jour, par 150 lecteurs dont un tiers ne sont pas membres. Elle dispose, pour son accroissement, de diverses ressources se montant ensemble à 5 000 *f* environ, ceci en dehors des ressources dues au budget de l'Institut. Ainsi, ce dernier a fourni cette année 7 500 *f* pour cet objet.

Une chose qui manque est l'espace et, notamment, les brochures sont dans des conditions d'installations qui ne permettent pas d'en faire usage facilement. Plusieurs projets ont été présentés pour améliorer cet état de choses; il est à désirer de voir la question aboutir promptement. (*Journal of the Franklin Institute*, septembre 1899, page 240.)

V^e^ SECTION

Électricité.

17. — **Effet de la chaleur sur la production de l'étincelle électrique.** — M. Jervis Smith décrit, dans le *Philosophical Magazine*, une curieuse expérience. On a écarté les extrémités appointies des fils secondaires d'une bobine d'induction de 0,25 *m* de diamètre, jusqu'à une distance telle que l'étincelle cessât de se produire. Si on approche la flamme d'une lampe à alcool d'une des pointes, un torrent d'étin-

celles jaillit entre celles-ci. Si on enlève la lampe, les étincelles cessent de se produire. Mais on n'obtient aucun résultat si on approche la flamme de l'autre pointe, à moins qu'on ne renverse le courant. L'auteur suppose que des particules métalliques détachées par l'application de la chaleur sont projetées d'un des pôles qui se trouve être le cathode et forme une espèce de communication à travers l'intervalle, communication qui facilite la production des étincelles, tandis que ces particules ne sont pas projetées de l'anode. (*Electrical Review*, 20 novembre 1899, page 342.)

18. — **Installations électriques de Belfast.** — A Belfast, la station centrale d'électricité est actionnée par des moteurs à gaz. Bien qu'on en soit satisfait, on n'a pas recouru à ces moteurs pour l'installation d'une station supplémentaire. Celle-ci comprend trois jeux de dynamos à courant continu, actionnées par des machines à vapeur. Un quatrième jeu est en construction. Deux jeux se composent chacun d'une machine à vapeur, système Bellis, placée entre deux dynamos couplées directement sur l'arbre moteur; ces dynamos sont de 50 kilowatts. Le troisième jeu se compose d'une machine à vapeur à trois cylindres et trois manivelles commandant directement une dynamo à courant continu de 200 kilowatts, donnant une tension de 440 à 500 volts.

Voici les résultats des essais de consommation de vapeur faits sur ces divers moteurs, dans différentes conditions de charge :

1er Essai. — *Machine de 100 kilowatts.*

Charge.	Dépense d'eau par cheval-heure. A condensation.	Sans condensation.
20 0/0 en plus.	9,20 *kg*	10,42 *kg*
Charge entière.	9,33	11,02
3/4	9,51	12,18
1/2	9,70	14,26
1/4	10,30	18,60

2e Essai. — *Machine de 200 kilowatts.*

20 0/0 en plus.	10,00	11,30
Charge entière.	10,00	11,80
3/4	10,55	12,90
1/2	11,40	15,10
1/4	11,90	20,00

On voit que la consommation varie assez peu, 12 0/0 à 20 0/0, avec la charge dans la marche à condensation, et beaucoup plus, 80 0/0, dans la marche sans condensation. De plus, l'influence de la condensation paraît très faible pour les fortes charges; cela tient probablement à quelque condition particulière.

Une particularité intéressante est une disposition par laquelle les connexions électriques pour l'introduction des résistances servant au

réglage sont remplacées par des transmissions mécaniques qui permettent d'avoir les commutateurs à une certaine distance du tableau, ce qui donne une plus grande sécurité (Abstracts of papers de l'*Institution of Civil Engineers*, vol. CXXXVII, page 506, d'après l'*Electrician.)*

19. — **Les rayons Roentgen au point de vue militaire.** — Dans un article paru dans le *British Medical Journal*, M. J. Hall Edwards, radiographe attaché à l'Hôpital général de Birmingham, se plaint du peu d'importance que le War Office paraît attacher à l'emploi des rayons Roentgen dans la chirurgie militaire. Sur les dix appareils envoyés dans l'Afrique du Sud, quatre seulement y sont arrivés, dont deux sont trop loin du champ des opérations pour être de quelque utilité.

Avec l'emploi de ces rayons, on peut examiner en quelques instants un membre atteint, diagnostiquer le cas et constater la gravité de la blessure sans faire souffrir le patient, et même sans le déshabiller. Les sondages sont inutiles et on peut se dispenser de toute manipulation dangereuse. L'expérience a prouvé qu'une installation complète, avec tente pour développer les épreuves, plaques et produits chimiques, peut être amené sur le champ de bataille dans un fourgon d'ambulance et est prête à fonctionner immédiatement, après avoir été vigoureusement secouée pendant 10 *km* et plus. Ces affirmations sont basées sur des rapports venant de Pietermaritzburg et disant qu'un appareil Roentgen, appartenant au gouvernement du Natal, rend les plus grands services en précisant la position des balles dans le corps des blessés. *(Electrical Engineer*, 24 novembre 1899, page 643.)

20. — **L'électricité dans les forges et aciéries.** — Les aciéries de l'Illinois, à South Chicago, qui emploient 6 000 ouvriers, font, d'après l'*American Electrician*, un grand usage de l'électricité. Celle-ci n'est pas seulement employée à l'éclairage, elle sert encore à une foule d'usages. Ainsi, on s'en sert pour la manœuvre des poches de fonderie et, en général, pour les appareils servant à l'élévation des fardeaux. Une application des plus intéressantes est celle qu'on trouve dans les laminoirs à tôle. Il y a, dans cette partie, un grand nombre de grues dont quatre peuvent lever 75 *t*. On se sert d'électro-aimants qui remplacent les chaînes et les crochets et opèrent bien plus vite. Le plus grand de ces appareils comprend sept aimants attachés par des chaînes à une traverse suspendue au chariot d'un pont roulant. L'ensemble de ces aimants peut soulever une tôle de 4 500 *kg* et la transporter à une distance quelconque. On manœuvre ainsi, avec la plus grande facilité, des tôles de 2,50 $\times$ 1,25 et de 8 à 37 *mm* d'épaisseur. Malheureusement, on ne peut pas se servir de ce moyen pour les tôles qui ont encore une température élevée, parce que la chaleur diminue la puissance des aimants. *(Electrical Engineer*, 3 novembre 1899, page 549.)

Pour la Chronique, les Comptes rendus, et les Informations techniques :

A. Mallet.

MÉMOIRES

TRACTION MÉCANIQUE

SUR RAILS ET SUR ROUTES

POUR LES TRANSPORTS EN COMMUN

PAR

MM. L. PÉRISSÉ ET R. GODFERNAUX

(Suite) (1)

3e Classe.

Véhicules récepteurs d'énergie.

Cette classe comprend deux systèmes de tramways :

1° Les tramways à distribution électrique où l'énergie est amenée de l'usine centrale aux véhicules au moyen d'une canalisation ;

2° Les tramways funiculaires où la force mécanique, nécessaire à la propulsion des voitures, est amenée à celles-ci au moyen d'un câble sans fin mis en mouvement par une machine installée à l'usine centrale.

Le premier système se divise lui-même en plusieurs sous-divisions, suivant le mode de canalisation adopté :

Canalisation aérienne avec trolley,

— par conducteurs installés dans un caniveau souterrain,

— avec contacts au niveau du sol et servant de prise de courant.

Nous examinerons brièvement ces différents systèmes en y ajoutant quelques renseignements succincts sur le transport de l'énergie électrique, sur l'emploi des courants polyphasés et, enfin, sur les usines génératrices.

(1) Voir *Bulletin* de décembre 1899, page 766 et suivantes et planches 226 et 227.

Tramways à distribution électrique.

Avec le système de traction électrique par conducteurs extérieurs, l'énergie est produite dans une usine centrale. Le courant est ensuite envoyé aux voitures par un fil, soit aérien, soit souterrain, soit par contact au niveau du sol. On peut également combiner ces différents modes de transport d'énergie, et former ainsi un système de traction mixte.

Le courant revient ensuite à la dynamo génératrice de l'usine, soit par un second fil parallèle au premier, comme c'est le cas avec les caniveaux souterrains, soit, plus généralement, par les rails de la voie.

Nous avons à examiner brièvement ces différents systèmes et à en montrer les applications récentes. Mais, comme précédemment (voir page 784), à propos de la traction par accumulateurs, nous nous sommes occupés des moteurs de traction, de leur régulation, ainsi que des voitures, nous ne parlerons ici que des autres parties constituantes de l'installation, telles que les conducteurs, le mode de prise de courant sur ceux-ci et le retour de ce dernier à la dynamo génératrice, soit par un fil spécial, soit par le rail.

I. — Conducteurs aériens.

Conducteurs du courant. — Par suite de la grande résistance du fer, ce métal n'est pas employé pour les conducteurs aériens. On les fait généralement en cuivre, mais comme celui-ci n'a qu'une résistance à la traction relativement faible, on emploie souvent le bronze phosphoreux qui, sans diminution importante de conductibilité électrique, possède une plus grande résistance à la traction.

Ces fils ont un diamètre de 8 à 9 *mm.* Lorsqu'il s'agit de courants alternatifs, on fait usage de conducteurs de plus faible section. Les différentes sections de fils qui composent la ligne sont jonctionnées entre elles par différents moyens, mais le plus généralement à l'aide d'une soudure, qui a remplacé l'ancien mode par épissure qui formait des bourrelets nuisibles au bon fonctionnement du trolley.

Dans le cas d'une ligne d'une trop grande longueur, exigeant, par conséquent, une section de fil trop considérable, on se sert de feeders d'alimentation qui, partant de la génératrice, relient

celle-ci à différents points du réseau. Ces feeders, dont la section est calculée en conséquence, sont placés, soit extérieurement sur des supports, soit, le plus souvent, dans des caniveaux souterrains.

Une question très importante est celle relative à l'isolement de ces conducteurs. On l'obtient en les supportant au moyen d'isolateurs dont le type est variable, mais dont le principe est toujours le même : une cloche en porcelaine comme isolant. Lorsqu'il s'agit de courants à haute tension, dans le cas de transport d'énergie, on fait usage d'isolateurs également en porcelaine, mais avec réservoirs d'huile augmentant cet isolement.

Les fils aériens sont supportés, dans le sens de la longueur, tous les 35 ou 40 *m*, et le mode de suspension varie suivant la disposition des voies parcourues.

Elle peut se faire, dans les rues étroites, au moyen de haubans transversaux fixés aux murs des maisons avoisinantes. Ces fils transversaux en acier, de 5 à 6 *mm* de diamètre, supportent vers leur milieu l'isolateur auquel est attaché le fil conducteur.

Ces haubans sont fixés au mur par des agrafes isolantes, munies de rondelles en caoutchouc destinées à éviter les vibrations.

Lorsque les rues sont plus larges, ces haubans transversaux, au lieu de s'appuyer sur les murs, reposent sur des colonnes placées latéralement à la voie et sur le trottoir. Dans ce cas, le mode d'attache et d'isolement est le même que dans le cas précédent.

Lorsqu'enfin on a à parcourir des artères larges, on se sert de poteaux-consoles de dispositions variables. Nous signalerons le type employé tout récemment pour les tramways de Bastille-Charenton. Des colonnes, espacées de 40 *m*, sont installées sur de petits refuges placés dans l'entrevoie. Le conducteur aérien, fixé à l'isolateur, est supporté par une petite pièce de fonte qui présente, dans le sens perpendiculaire à la direction de ce conducteur, deux oreilles auxquelles sont fixés de petits câbles de suspension reliant le tout aux points d'attache de la colonne. Ces mêmes consoles servent à l'éclairage de la voie publique.

Lorsque, sur le parcours, on rencontre des courbes de faible rayon, on se trouve dans la nécessité d'employer des dispositions spéciales pour le support des conducteurs dans ces courbes. Ces dispositions sont variables et dépendent des circonstances locales et du mode de prise de courant.

Prise de courant. — Cette prise de courant se fait au moyen d'un appareil fixé sur la toiture de la voiture et qui porte le nom de *trolley;* il y a deux sortes de trolley : celui à roue et celui à frottement.

Avec le premier, la prise de courant se fait par l'intermédiaire d'une roulette en bronze de 0,10 *m* à 0,15 *m* de diamètre, munie d'une gorge. Des ressorts longitudinaux et horizontaux agissent à l'extrémité inférieure de la tige en fer qui supporte la roulette, forçant celle-ci à appuyer sur le fil aérien.

Tout l'appareil est monté sur un axe vertical, fixé sur la toiture de la voiture, permettant le retournement du trolley aux points terminus; un faible déplacement latéral est également possible. C'est par cet axe vertical que le courant pénètre dans la voiture pour être envoyé aux moteurs, par l'intermédiaire du régulateur.

Comme on le voit, cette disposition oblige à placer le fil conducteur dans l'axe de la voie ou, au moins, à une très faible distance de celui-ci. C'est un inconvénient dans beaucoup de circonstances.

Le trolley Dickinson, employé pour la première fois en Angleterre sur le réseau de tramways du South Staffordshire et appliqué depuis à un assez grand nombre de réseaux européens, évite cet inconvénient. Avec cette disposition, la tige qui supporte la roulette peut prendre, dans le sens horizontal, toutes les inclinaisons possibles par rapport à la voie. Quant à la roulette de prise de courant, elle peut également prendre un mouvement de rotation autour d'un axe perpendiculaire à son axe de rotation. La voiture peut donc ainsi occuper, par rapport au fil aérien, différentes positions qui ne sont limitées que par la projection horizontale de la tige inclinée du trolley.

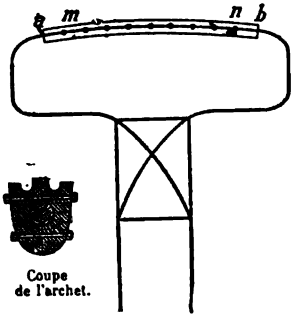


Fig. 28. Archet.

Le trolley à frottement est représenté par le système dit « à archet », imaginé, il y a quelques années, par Sprague et repris, dans ces derniers temps, par Siemens et Halske en Europe. Il y a actuellement un certain nombre d'applications. L'archet a la forme représentée figure 28. La partie du fil *ab* qui limite l'étendue de prise de courant est

enveloppée d'une gaine en aluminium qui, s'usant plus rapidement que le fil aérien, évite l'usure trop rapide de ce dernier et peut, du reste, se remplacer facilement.

L'archet, comme le trolley ordinaire, est muni de ressorts horizontaux qui permettent de faire varier son inclinaison dans le sens longitudinal de la voiture. De plus, par suite de la largeur de 1,50 *m* de l'archet, c'est-à-dire 0,75 *m* de chaque côté de l'axe, le fil aérien peut former des côtés de polygone beaucoup plus longs, ce qui diminue le nombre de potéaux de support.

Retour du courant. — Le retour du courant se fait le plus généralement par les rails. Dans ce cas, une condition essentielle est une conductibilité électrique aussi parfaite que possible sur tout le parcours, et surtout aux joints.

Il faut éviter les corrosions électrolytiques qui peuvent se produire sous l'influence de ce courant de retour et, pour cela, limiter à 5 volts, comme l'exige, du reste, le règlement français (7 volts en Angleterre), la perte de potentiel dans ce conducteur de retour. La section du rail doit donc être calculée en conséquence.

Quant à la continuité électrique aux joints, divers procédés ont été employés et, parmi ceux-ci, un des plus répandus est le « Rail bond Chicago », où les extrémités des fils de cuivre qui relient les deux rails sont terminées par une tête creuse à l'intérieur de laquelle on fait pénétrer de force un rivet de forme conique qui assure le contact du fil entre le rail et la tête creuse.

La meilleure solution de la question est évidemment la réunion de tous les rails en une seule barre, en les soudant les uns aux autres, bout à bout. Mais on a craint jusqu'ici la déformation de la voie, par suite des dilatations dues aux changements de température.

Des essais faits en Amérique ont montré que cette crainte était exagérée, lorsqu'il s'agit de voies où les rails, enfoncés dans la chaussée, prennent la température moyenne de celle-ci et ne subissent pas les variations extérieures, comme les voies de chemins de fer.

Deux genres de soudures ont été expérimentées : la soudure électrique et la soudure à la fonte. C'est cette dernière qui paraît aujourd'hui donner les meilleurs résultats, soit techniques, soit économiques. Ce procédé consiste à réunir les deux extrémités des rails par une coulée de fonte.

Il a été appliqué depuis 1896, par la Falk Manufacturing C°, dans beaucoup de villes américaines, notamment à Chicago. En France, on en a fait usage, notamment à Lyon et sur les lignes de la Compagnie générale parisienne de Tramways (Bastille-Charenton, Étoile-Gare Montparnasse, etc.).

II. — Caniveaux et conducteurs souterrains.

Lorsque les rues d'une ville sont sinueuses et étroites, l'installation des fils aériens présente souvent des difficultés. Par suite de considérations esthétiques, les municipalités s'opposent souvent aussi à leur établissement, surtout dans les grandes artères traversant les quartiers riches de certaines grandes villes; à Paris, en particulier, ce système est proscrit.

Il faut alors, dans ce cas, avoir recours aux fils conducteurs installés dans un caniveau souterrain.

Cette disposition a l'avantage de permettre l'emploi de fils conducteurs de plus grande section et, par suite, de moins grande résistance ; elle permet aussi l'emploi d'un fil de retour de courant placé dans le caniveau parallèlement au fil d'amener; on supprime ainsi les effets électrolytiques qui peuvent se produire, lorsque c'est le rail qui sert de conducteur de retour. Enfin, lorsqu'il y a lieu de se servir de feeders d'alimentation, ceux-ci trouvent facilement leur place dans le caniveau.

Mais, d'un autre côté, ces caniveaux entraînent des dépenses supplémentaires de premier établissement assez élevées, surtout lorsqu'il y a lieu à modification des réseaux de conduites d'eau et de gaz. Le caniveau doit être indéformable et l'ouverture de la rainure, servant au passage de l'appareil de prise de courant, doit rester constante, quelles que soient les charges circulant sur les chaussées et les pressions latérales produites par le pavage, sous l'influence des modifications de température. On doit pouvoir le visiter et le nettoyer facilement et les eaux de pluie doivent pouvoir être évacuées aisément. L'isolement des fils conducteurs doit être aussi parfait que possible ,et on doit pouvoir les remplacer sans difficulté.

Depuis l'installation du tramway de Blackpool, en 1885, où le système de conducteur et de caniveau souterrain a été appliqué, croyons-nous, pour la première fois, on a étudié de nombreuses dispositions de caniveaux qui peuvent se ramener à deux types principaux.

Dans le premier, le caniveau est placé au-dessous d'une des files de rails, comme à Budapest à Bruxelles, et au tramway qui vient d'être installé à Berlin par Siemens et Halske, ainsi qu'au tramway en construction de la place de l'Étoile à la gare Montparnasse (Compagnie générale parisienne de Tramways).

Dans le second, le caniveau est placé dans l'axe de la voie, comme à Paris (ligne Bastille-Charenton), à Lyon, à Blackpool, à Washington et à New-York (1).

Dans le premier cas, les rails formant la rainure du caniveau latéral résistent difficilement aux déformations résultant du passage des lourds véhicules circulant sur la chaussée, ou dues à la poussée du pavage en bois : il faut les relier fortement aux chaises du caniveau. De plus ils exigent une large rainure aux pointes d'aiguilles, ce qui est un inconvénient. Dans le second cas, on augmente la difficulté opposée par la voie de tramway à la circulation des voitures, puisqu'on crée un troisième obstacle. D'un autre côté la rainure aux aiguilles peut conserver une largeur convenable.

L'expérience seule permettra de décider lequel des deux systèmes est le plus avantageux, au point de vue pratique.

Il nous serait impossible de décrire, même sommairement, les différents types de caniveaux étudiés depuis celui de Blackpool, en 1885. Nous nous contenterons de parler brièvement de celui qui a été installé l'année dernière par la Compagnie Thomson-Houston sur la ligne de tramway de Bastille-Charenton, de la Compagnie générale parisienne de Tramways.

Le caniveau se compose de chaises en fonte, espacées d'axe en axe de 1,40 *m*, sur lesquelles sont fixés, au moyen de boulons, les rails de la voie et ceux des rainures en forme de Z. Des tirants inclinés relient ces derniers aux extrémités des chaises et s'opposent ainsi au rétrécissement de la rainure. Un massif de béton remplit l'intervalle entre les chaises qui, elles-mêmes, sont noyées dans ce massif. Le caniveau, de forme en fer à cheval, a 0,50 *m* de hauteur et 0,46 *m* dans sa plus grande largeur.

Les deux fils conducteurs, formés de rails T sur la surface desquels frotte l'appareil de prise de courant, sont espacés de 0,150 *m* dans le sens transversal et sont symétriquement placés par rapport à l'axe du caniveau. Ces conducteurs sont supportés tous les

(1) La Compagnie métropolitaine de New-York dessert 132,2 *km* de voies munies de caniveau souterrain, en partie provenant d'anciennes lignes funiculaires transformées.

4,20 *m* par des isolateurs en porcelaine encastrés dans une boîte en fonte fixée au-dessous du rail de rainure. Une petite fosse est disposée pour permettre leur installation et une trappe, ménagée dans le pavage, permet d'en faire la visite. De plus grandes fosses, disposées tous les 33,60 *m*, facilitent la visite et le nettoyage du caniveau.

A Berlin *(fig. 8, Pl. 226)*, où le caniveau est placé au-dessous d'une des files de rails, la disposition de celui-ci présente beaucoup d'analogie avec celui que nous venons de décrire, tout en différant, cependant, au point de vue de certains détails, notamment en ce qui concerne les rails de rainure. Ceux-ci sont formés de deux rails à patin dont l'un, extérieur, sert de surface de roulement, le boudin de la roue pénétrant dans la rainure.

C'est un système analogue qui a été adopté par la Compagnie générale parisienne de Tramways pour sa ligne l'Étoile-Gare Montparnasse qui desservira l'Exposition de 1900. Le caniveau est semblable à celui de la ligne Bastille-Charenton, mais il est placé sous chaque rail intérieur de la voie, afin de ne pas créer, par une troisième rainure, de nouveaux obstacles à la circulation des voitures. De plus, afin d'éviter l'inconvénient de la large rainure que nécessite cette disposition, on ramène, à chaque aiguillage, le caniveau dans l'axe de la voie. L'appareil qui, sur la voiture, supporte la tige de prise de courant est disposé pour permettre ce changement de position de la tige, sans arrêt de la voiture.

III. — Distributeurs de courant au niveau du sol.

Ce mode de traction est une sorte d'intermédiaire entre celui par trolley et celui par conducteurs et caniveaux souterrains. Il évite les sujétions, souvent très gênantes, du conducteur aérien dans l'intérieur de certaines villes. Il peut diminuer, dans une certaine mesure, les dépenses quelquefois assez élevées que nécessite l'établissement du caniveau souterrain; mais il ne le fait pas, cependant, complètement disparaître, puisque lui aussi a besoin de conducteurs souterrains assez nombreux exigeant pour leur installation certaines sujétions.

De plus, il pourrait devenir dangereux pour le public, si les contacts servant de prise de courant au niveau du sol restaient constamment en communication avec la source d'électricité et n'étaient pas déchargés aussitôt après le passage de la voiture.

Un certain nombre d'accidents survenus sur la ligne de Romainville sont dus à cette cause.

Les lignes installées suivant ce mode de traction sont encore très peu nombreuses: il est donc difficile de se faire une opinion bien exacte sur la valeur économique de ce système, comparativement aux deux autres.

Deux systèmes principaux représentent ce mode de traction. L'un, dû à MM. Claret-Vuillemier et appliqué à Paris, l'autre, dû à M. Diatto et installé tout dernièrement à Tours. Nous les décrirons succinctement.

A. — *Système Claret-Vuilleumier.*

La première ligne construite suivant ce système est celle installée à Lyon, en 1894, par MM. Claret-Vuilleumier, sur une longueur de 3 200 *m*.

La seconde a été construite en 1896 et relie la place de la République avec Romainville. C'est de cette dernière ligne que nous allons dire quelques mots.

L'espace nous manque pour décrire complètement les différents appareils que nécessite son installation. Ils ont, du reste, été déjà publiés avec détails dans divers ouvrages techniques et dans différentes revues. Nous nous contenterons donc d'indiquer le principe du système.

La ligne a une longueur totale de 6 946 *m*, divisée en deux parties; l'une de 4 *km* environ, à double voie, de la place de la République à la porte de Romainville; l'autre de 3 *km* environ, avec garages, entre la porte de Romainville et Romainville.

La différence de niveau de 87,37 *m* entre la place de la République et le point culminant, près des Lilas, est rachetée par différentes rampes atteignant un maximum de 46 *mm* par mètre dans l'avenue Gambetta, le long des murs du cimetière du Père-Lachaise.

L'usine centrale et le dépôt où sont installées les dynamos génératrices du courant est établie aux Lilas, aux deux tiers du parcours.

Ces dynamos sont du type Huguet-Hillairet à quatre pôles hypercompoundées et doivent fournir chacune 280 ampères sous 530 volts, soit 150 kilowatts. Elles sont actionnées par des machines à vapeur, type Corliss, à condensation.

Ces génératrices envoient le courant dans un feeder, servant de conducteur principal et de 300 mm^2 de section, placé souter-

rainement et parallèlement à la voie dans un caniveau. A des distances régulières et également réparties le long de la ligné (95 *m*), on a installé, sur ce conducteur principal, une série de branchements qui, à leur tour, envoient le courant à mesure de l'avancement de la voiture, dans une série de pavés métalliques appelés *plots*, placés à égale distance (2,50 *m*) au milieu de chaque voie. Ce sont ces plots qui amènent le courant des dynamos aux moteurs de la voiture et lui donnent sa force de propulsion. Mais, pour éviter les graves inconvénients que nous avons signalés plus haut, ces plots ne doivent recevoir le courant qu'au moment où la voiture passe au-dessus d'eux et ce courant doit être interrompu aussitôt après son passage. C'est un appareil spécial, appelé *distributeur*, placé au point de jonction des branchements avec le conducteur principal qui est destiné à remplir ce but.

Un frotteur, installé sous la voiture et dont la longueur est telle qu'il touche le plot suivant avant d'avoir quitté le précédent (condition indispensable pour le fonctionnement du distributeur), vient appuyer sur ces pavés métalliques. Ce frotteur sert de prise au courant, qui est amené aux moteurs de la voiture, pour faire ensuite retour à la dynamo génératrice par les rails.

C'est dans le distributeur et dans le frotteur, dont le but est de lancer le courant au moment voulu dans les plots pour l'interrompre ensuite, que réside la partie vraiment originale du système.

Par suite d'incidents pouvant se produire accidentellement pendant la marche, tels que retard du distributeur sur la marche du frotteur, il peut arriver que les plots restent en communication avec la conduite principale de distribution après le passage de la voiture. Tout contact avec lui serait la cause d'accidents graves et que nous avons indiqués précédemment. Pour les éviter, on a installé, sous chaque voiture, un appareil de sûreté qui a pour but de décharger le plot en coupant la communication du câble de distribution du courant avec la voie, dans le cas de dérangement du distributeur.

Toute section comprise entre deux distributeurs ne peut recevoir qu'une seule voiture à la fois. Or ces distributeurs étant espacés de 95 *m*, l'espacement minimum des voitures sera donc de 95 *m*. A la suite d'encombrements et d'arrêts momentanés dans les artères très fréquentées, ceci peut être un inconvénient.

Les voitures contenant 52 places, pèsent, en charge, 13 *t.* Elles sont à deux essieux actionnés chacun par une dynamo à simple réduction, d'une puissance maximum de 30 *ch.* La régulation se fait par la méthode série-parallèle.

B. — *Système Westinghouse.*

Ce système comporte deux lignes parallèles de « plots » placées dans la voie entre les rails ; ces plots sont à intervalle régulier et en face l'un de l'autre. Chaque groupe de plots est en communication électrique avec un distributeur placé sous le trottoir ou dans l'entrevoie.

Deux frotteurs, placés sous la voiture, appuient sur ces plots. L'un de ces frotteurs est relié au pôle positif d'un accumulateur placé dans la voiture, le pôle négatif étant relié au rail de la voie. Le second frotteur est relié au moteur, par l'intermédiaire du contrôleur de la voiture.

De son côté, le distributeur est constitué d'un électro-aimant qui peut attirer une armature munie de contacts au charbon. Cet électro-aimant est entouré de deux fils reliés chacun d'un côté à un des plots et de l'autre mis à la terre.

Quant à l'armature, elle est en communication avec le feeder qui, partant de l'usine centrale, distribue le courant sur toute la ligne et, par conséquent, à tous les distributeurs.

Lorsqu'un des frotteurs de la voiture passe sur un des plots, le courant de l'accumulateur va aimanter l'électro-aimant du distributeur qui, alors, attire l'armature et par les contacts au charbon, envoie le courant du feeder dans le second plot de la voie et, par suite, au moteur qu'il actionne. La voiture avançant, les frotteurs, avant de quitter les deux plots, sont venus en contact avec les suivants ; le même effet se reproduit et la voiture continue à avancer.

Lorsque le frotteur a abandonné les deux premiers plots, l'électro-aimant cesse d'être aimanté et un ressort fixé à l'armature du distributeur, éloigne celle-ci des contacts en charbon et supprime toute communication avec le feeder d'alimentation.

Cette disposition, quoique plus simple que celle employée par Claret-Vuilleumier et qui, de plus, a l'avantage de donner toute indépendance aux voitures, comporte cependant, un grand nombre de plots qui seraient d'une application bien difficile dans les villes où la circulation est un peu active.

C. — *Système Diatto.*

Un nouveau système de traction électrique par contact superficiel, et qui porte le nom de son inventeur, « système Diatto », vient d'être installé, à Tours, par la Compagnie Générale Française de Tramways. Il fonctionne depuis le 1er avril 1899 (1).

Nous le décrirons avec quelques détails, car on vient de décider son application sur plusieurs lignes de pénétration actuellement en construction.

Le courant produit par l'usine génératrice est canalisé le long des voies, équipées électriquement, dans des feeders à câbles armés enfoncés dans le sol. De 5 *m* en 5 *m*, une prise de courant sur le feeder aboutit par un conducteur secondaire à une boîte métallique située dans l'axe de la voie et arasant le sol au niveau des pavés ordinaires.

A l'état normal, le courant est coupé dans ce pavé métallique, et la circulation des piétons et des voitures à chevaux, au niveau la chaussée, peut se faire sans inconvénient.

Au contraire, quand une voiture de tramway, équipée électriquement, vient à toucher le pavé, au moyen d'une barre flexible qu'elle porte suspendue à sa caisse, les parties mobiles situées à l'intérieur du pavé métallique entrent en jeu pour supprimer la solution de continuité qui existe normalement dans l'adduction du courant. Le courant venant de l'usine génératrice par le feeder, atteint alors la barre inférieure de la voiture, gagne le moteur et revient à l'usine par les rails de roulement; autrement dit, le circuit se trouve fermé par l'intermédiaire du pavé et de la voiture, et le moteur se trouvant alimenté par le courant de l'usine génératrice, la voiture est mise en mouvement.

La barre inférieure vient alors toucher un autre pavé par lequel le moteur continue à s'alimenter, avant que le pavé précédent ait été lâché. Dès que ce dernier n'est plus en contact avec la barre de la voiture, le courant s'y trouve automatiquement coupé et il devient inactif, tant qu'il ne sera pas atteint par la voiture suivante et ainsi de suite.

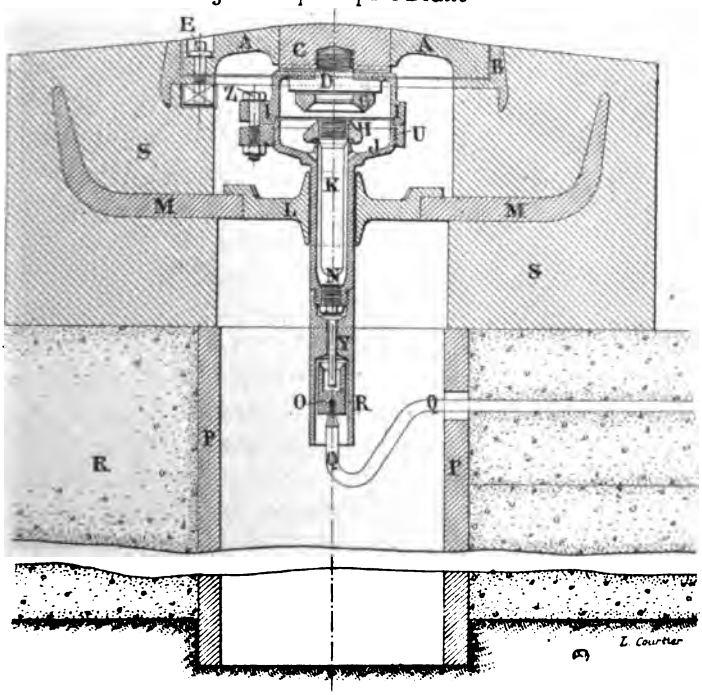
(1) Les premiers essais de ce système ont été faits à Turin, en 1895, puis à Lyon, vers la fin de 1898, sur une ligne de démonstration de 300 *m* de longueur et sur laquelle on avait réuni toutes les difficultés qu'on peut rencontrer dans la pratique. Les essais de Lyon ont duré deux ans.

Ces considérations générales exposées, nous allons examiner la structure et le mode de fonctionnement du pavé métallique qui forme la base du système.

Contact superficiel Diatto (fig. 29). — La boite de contact est enfoncée dans le sol et affleure la chaussée. Cette boite est bombée à sa partie supérieure, de telle façon que son centre se trouve à 26 *mm* au-dessus du niveau général de la chaussée.

Le bloc S formant la masse de la boite est en asphalte; le mi-

Fig. 29. Coupe du pavé Diatto



lieu en est évidé et communique directement avec le sol par un tuyau en grès P.

Les boites, ainsi que la voie elle-même, sont posées sur un radier en béton. Dans l'entre-rail, les pavés sont posés à bain de mortier, et leurs joints sont garnis à la partie supérieure avec de l'asphalte, de façon à éviter dans l'entre-rail les eaux stagnantes qui pourraient se corrompre et occasionner de mauvaises odeurs.

La boite en asphalte présente un vide intérieur fermé par un

tampon amovible A de métal antimagnétique très résistant, qui porte en son milieu un axe en fer doux C. Ce tampon A repose sur une couronne en bronze B, noyée dans la masse, et sur laquelle il est fixé par trois boulons E à tête carrée.

Une pièce de fonte M, de grande perméabilité magnétique, est encastrée dans la masse de la boîte et supporte une traverse de fonte L dont le milieu, en forme de douille, livre passage à la queue J d'un godet en ébonite contenant du mercure. Les extrémités de la pièce M sont terminées par des ailettes qui se relèvent verticalement, tout en restant noyées dans l'ensemble de la boîte.

A la partie inférieure du godet est vissé un bouchon de cuivre N terminé par un fil de cuivre. Ce fil plonge dans un peu de mercure contenu dans un autre godet O, qui est en métal et relié au fil d'amenée courant Q.

Dans le mercure placé au fond du premier godet en ébonite J plonge le clou K en fer. La quantité de mercure et les dimensions du clou sont telles que le poids de cette pièce, dans sa position inférieure, est sensiblement équilibrée par la poussée du liquide, de sorte qu'au moment de l'action de l'aimant une très faible attraction suffit à le soulever. La partie supérieure du clou porte une tête en charbon H, très robuste et très conductrice. L'axe de fer doux C, situé au centre du tampon A, reçoit en son milieu un bouchon à vis D, qui porte un bloc G en charbon de même qualité que la tête du clou. Une cloche en laiton I est fixée au tampon A par ce bouchon D, et cette cloche supporte par trois boulons Z le godet en ébonite par l'intermédiaire d'une bride assurant un joint parfaitement étanche.

Le godet en ébonite est prolongé par un tube R, également en ébonite, qui forme cloche à air étanche, de sorte que si, accidentellement, la boîte venait à se remplir d'eau, l'air contenu dans le tube se comprimerait légèrement et y empêcherait l'ascension de l'eau.

On réalise ainsi l'étanchéité parfaite de tous les contacts de l'appareil.

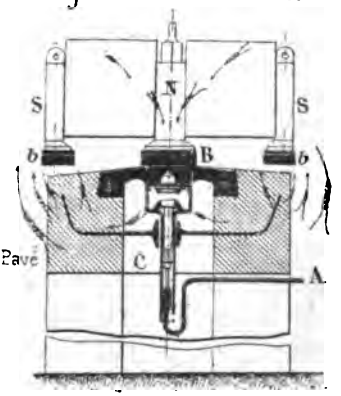
Système aimanté d'adduction du courant, placé à la partie inférieure de la voiture (fig. 30). — Le système aimanté se compose de trois barres : une barre centrale B et deux barres latérales *b*, *b*, entre lesquelles sont montés une série d'électro-aimants horizontaux, disposés de façon à communiquer la polarité nord à la barre du

milieu et la polarité sud aux deux barres extrêmes (voir aussi *fig. 29*).

Le champ magnétique se trouve fermé comme l'indiquent les flèches; le clou est attiré et sa tête H vient former contact avec la couronne G en graphite, Le courant venant du feeder monte alors par la barre centrale B pour atteindre le moteur de la voiture.

Chacun des électro-aimants du système aimanté de la voiture porte deux enroulements distincts et de même sens qui, par suite, permettent de les exciter de deux façons différentes. En marche normale, ils sont excités par le courant principal, qui circule dans l'un des enroulements. Mais, pour développer le courant nécessaire à leur excitation au moment où la voiture doit être mise en marche pour la première fois, ou dans le cas où le courant principal est coupé, on a placé sous les sièges des voitures une petite batterie d'accumulateurs qui développe le courant voulu dans le second enroulement. Cette batterie débite 5 à 6 ampères sous une tension de 30 à 32 volts. Elle est très peu encombrante et assez légère pour que son poids ne charge pas les voitures d'une façon appréciable; comme le travail qu'elle doit produire est insignifiant, son usure est des plus minime et son entretien peut être considéré comme négligeable.

Fig. 30 Prise de courant Diatto



Au moment du démarrage, c'est donc le courant provenant de la petite batterie qui actionne les électros et qui produit le soulèvement initial du clou; mais, dès que celui-ci arrive au contact du charbon de la paroi supérieure du pavé, le circuit de la ligne électrique se ferme sur les moteurs, et c'est le courant principal qui, excitant alors les électros, provoque une attraction d'autant plus forte que le courant demandé par la voiture est lui-même plus intense. Il en résulte, entre les surfaces des charbons, une pression croissant avec l'intensité du courant, condition essentiellement favorable à la perfection du contact et exempte de chance de collage.

La tête du clou est en effet constituée, comme nous l'avons

indiqué, par un tronc de cône en charbon graphitique très pur, parfaitement homogène, extrêmement dur, que l'on peut travailler au tour, et qui est susceptible de prendre un beau poli. La paroi supérieure du pavé est munie intérieurement d'une cuvette en même charbon, creusée en forme de cône dont l'angle est égal à celui de la tête du clou, de sorte que les deux pièces s'emboîtent parfaitement l'une dans l'autre et que l'on obtient un contact irréprochable.

Les charbons étant très purs, ne se collent pas au moment du passage du courant; on évite, d'ailleurs, tout arc permanent et même toute étincelle de rupture, susceptible de détériorer les charbons, par un artifice spécial. L'arrière du barreau *est relevé*, de sorte qu'au moment où son contact cesse avec les pavés, le flux magnétique persiste en s'affaiblissant progressivement et, maintient le clou soulevé, pendant un temps très court, lorsque le courant ne passe plus. Il s'ensuit qu'au moment de la chute du clou, le courant est déjà coupé et il ne peut se produire ni arc ni étincelle entre les charbons; il y a donc tout lieu de croire que leur surface, même après un long usage, restera presque aussi polie qu'au début.

D'autre part, la distance ménagée entre le fer de l'axe C du tampon du pavé et la face supérieure du clou est égale à plusieurs millimètres au moment du contact; il en résulte que si ces pièces étaient encore aimantées par un peu de magnétisme rémanent, elles ne resteraient pas adhérentes après le passage du barreau, l'action du magnétisme rémanent étant pour ainsi dire nulle lorsqu'il n'y a pas de contact immédiat entre les pièces de fer.

La position respective des masses magnétiques dans le barreau et les pavés permet d'obtenir un circuit magnétique presque fermé à travers le fer et la fonte répartis dans l'ensemble; on diminue ainsi les fuites magnétiques; on utilise aussi bien que possible le flux qui provoque le soulèvement du clou, et on réduit, par suite, au minimum le courant nécessaire au fonctionnement de l'appareil.

L'expérience a pleinement confirmé ces vues théoriques; le clou est toujours vivement appelé vers la paroi supérieure des pavés, quelles que soient la position du barreau et les circonstances dans lesquelles il agit.

Le courant de la petite batterie n'est coupé aux arrêts que pendant le jour, tandis que la nuit le circuit de cette batterie

reste fermé, de manière que le clou étant toujours attiré, la voiture arrêtée ne soit pas privée de lumière. Si le clou retombait un seul instant, les voyageurs seraient, en effet, plongés dans l'obscurité.

Dispositif de sécurité. — Bien que le collage du clou sur sa couronne, après le passage de la voiture sur une boîte de contact, ne soit pas à craindre, en raison des dispositions prises, on emploie, cependant, un dispositif de sécurité qui supprime tout danger pour la circulation routière, si le fait venait à se produire.

A l'arrière de la voiture on a établi un frotteur qui glisse sur le pavé de contact quand il a été quitté par la barre d'adduction du courant. Si, au moment où ce frotteur passe sur le pavé, le clou est retombé dans son logement, rétablissant la solution de continuité du courant, ce qui doit toujours se produire, le contact de ce frotteur avec le pavé ne produit aucun effet. Au contraire, si le clou était resté collé, le courant passerait dans le frotteur de la voiture pour aller aux rails, il y aurait court circuit et le disjoncteur de l'usine fonctionnerait, supprimant l'envoi du courant dans toute la ligne, et toutes les voitures s'arrêteraient. En particulier, le conducteur de celle qui viendrait de quitter la boîte de contact en mauvais état de fonctionnement serait averti par une sonnerie spéciale.

Ce conducteur, ainsi prévenu, doit supprimer le court circuit pour permettre à l'usine de ramener le disjoncteur dans sa position normale et de renvoyer le courant sur la ligne ; il doit ensuite rechercher le pavé défectueux au moyen d'un conducteur isolé : l'étincelle jaillira au contact du conducteur et du pavé défectueux.

La boîte une fois découverte, le conducteur rétablit le court-circuit pour faire tomber à nouveau le disjoncteur de l'usine et supprimer le courant dans la ligne, afin de pouvoir enlever cette boîte et y remettre à la place une boîte de réserve qu'il a toujours en sa possession : cette opération ne demande pas plus de deux minutes. Il peut à la rigueur ne rien mettre du tout si des circonstances imprévues l'y obligent, car, un contact inactif peut toujours être franchi par une voiture sans que son mouvement soit arrêté, en raison de la vitesse acquise.

Le mécanicien de l'usine qui voit le disjoncteur tomber ne peut le remettre dans sa position normale tant que le court-circuit existe, mais comme il ne peut être prévenu quand ce court-

circuit a cessé, il agit à la main à de très faibles intervalles sur ce disjoncteur pour le remettre en fonctionnement, de manière que cette opération ait lieu dès que la résistance qui s'opposait à sa remise en position normale a cessé.

D. — *Système Vedovelli et Priestley.*

Une autre application de canalisation électrique par prise de courant à fleur de sol est faite actuellement par nos Collègues MM. Vedovelli et Priestley au chemin de fer du Bois de Boulogne.

Dans ce système, le courant est envoyé successivement dans les pavés de contact ou *plots* disposés en une file unique entre les rails, au moyen d'un commutateur spécial. Ce commutateur est constitué par une bobine dans laquelle, par une dérivation de courant principal, une armature est soulevée et établit le contact tant que la voiture recouvre le plot.

Les pavés de contact sont en fonte avec semelle supérieure en acier quadrillée. amovible. Le frotteur composé de deux parallélogrammes placés côte à côte donne, paraît-il, une grande sécurité; quant aux commutateurs ils sont disposés dans des boîtes étanches de telle sorte que le changement des pièces sujettes à usure soit très facile et par suite très rapide.

IV. — Transport de l'énergie. — Courants polyphasés.

Transport de l'énergie.

Lorsqu'il s'agit d'établir un tramway dans une grande ville, ou des lignes suburbaines à traction électrique, il y a intérêt à placer l'usine centrale, génératrice de l'énergie, aussi près que possible du centre de ce réseau, dans le but de diminuer les dépenses d'installation des conducteurs d'alimentation électrique.

Cette règle peut, toutefois, subir des exceptions. Par suite des facilités que procure pour le transport des charbons le voisinage d'un canal ou d'un fleuve, on trouve souvent avantageux de placer l'usine centrale près de ce canal ou de ce fleuve.

Quelquefois aussi, par suite de considérations locales, on a intérêt à prendre l'énergie électrique à une usine déjà installée, quoique éloignée du réseau.

Quelquefois enfin, il y a lieu de faire usage d'une force naturelle, telle qu'une chute d'eau qui évite l'installation d'une machine à vapeur et de ses chaudières et permet d'obtenir le

courant à des prix avantageux. Cette chute est généralement assez éloignée du réseau.

Dans ces différents cas il faut relier l'usine génératrice avec le réseau, au moyen de conducteurs qui atteignent, quelquefois, une grande longueur et, par suite, entraînent une dépense considérable pouvant contre-balancer les économies obtenues d'autre part. Il y a donc intérêt à réduire cette dépense, en diminuant le plus possible le poids du cuivre de ces conducteurs, tout en conservant un rendement satisfaisant. Il s'agit, en un mot, d'une installation de transport de force.

Le rendement électrique d'une transmission de force est égal au rapport $\frac{e}{E}$ entre la force contre-électromotrice de la réceptrice et la force électromotrice de la génératrice. C'est ce rapport qu'il s'agit de rendre maximum.

Ce rapport peut se représenter par la valeur :

$$\frac{e}{E} = 1 - \frac{R}{E^2} Pp, \qquad [1]$$

dans laquelle

R représente la résistance de la ligne ;
P la puissance absorbée par la génératrice ;
p rendement de la génératrice.

On voit donc que, pour augmenter le rendement de la transmission, on peut disposer de deux moyens :

Soit diminuer la résistance R de la canalisation ;
Soit augmenter la force électromotrice de la génératrice.

On diminue la résistance en augmentant la section du conducteur ; mais on immobilise ainsi un capital considérable ; aussi ce procédé n'est-il applicable qu'aux transmissions très courtes et aux feeders d'alimentation également courts.

Le second procédé est de beaucoup le plus avantageux. En se reportant à la formule précédente, on voit, en effet, que si la

(1) Soit E la force électromotrice de la dynamo génératrice, e la force contre-électromotrice de la dynamo réceptrice, I le courant dans la ligne, R la résistance de la ligne, P la puissance en watts absorbée par la génératrice, p le rendement de la génératrice,

on a : $$I = \frac{E - e}{R},$$

d'où : $$e = E - RI. \quad \frac{e}{E} = 1 - \frac{RI}{E} = 1 - \frac{ERI}{E^2} \qquad [1]$$

Or $p = \frac{EI}{P}$, d'où, en remplaçant dans la formule [1], il vient : $\frac{e}{E} = 1 - \frac{R}{E^2} Pp$.

force électromotrice de la génératrice devient mE, la résistance du conducteur et, par suite, la section du câble, pour un même rendement total devient $\frac{1}{m^2}$. Si, par exemple, le voltage est doublé, la section du conducteur devra être le quart de la section primitive. C'est donc une économie considérable de poids de cuivre.

Mais cet avantage n'est pas obtenu sans quelques inconvénients. L'isolement des fils et des appareils devient plus difficile et des précautions doivent être prises pour éviter les étincelles entre les conducteurs et les corps voisins; les fuites sont également à redouter. Enfin, les dangers de contact augmentent; on sait que, pour un courant continu, un voltage supérieur à 600 volts est mortel et, pour un courant alternatif, la tension devient dangereuse au-dessus de 150 volts.

Malgré ces inconvénients, c'est, cependant, ce procédé qui est le plus généralement employé aujourd'hui.

Il peut s'appliquer aux courants continus ou aux courants alternatifs monophasés ou polyphasés.

Mais nous ferons remarquer, tout d'abord, que ces potentiels élevés ne paraissent pas applicables, du moins actuellement, aux moteurs de traction ni même aux génératrices (1). Le voisinage de si hautes tensions serait dangereux et leur utilisation difficile. On ne les emploie donc que dans les conducteurs aériens ou souterrains servant au transport de l'énergie, en surélevant la tension au départ et en l'abaissant à l'arrivée, au moyen de transformateurs dont nous dirons quelques mots plus loin.

Lorsqu'il s'agit de courants continus où les tensions élevées peuvent atteindre jusqu'à 3000 volts et plus, celles-ci peuvent s'obtenir par différents moyens :

Soit en augmentant la vitesse des dynamos génératrices, soit en employant pour les inducteurs et les induits des fils de petit diamètre, soit en accouplant plusieurs dynamos en série. Ces différents procédés, surtout le dernier, ont donné de bons résultats, mais ils sont compliqués. On préfère se servir au départ et à l'arrivée, ainsi que nous l'avons dit, de transformateurs qui élèvent et abaissent la tension du courant de la génératrice.

(1) Une application de courants triphasés au potentiel de 3 000 volts et actionnant *directement* des moteurs de traction se fait, en ce moment, sur la ligne de chemin de fer de Lecco-Sandrio-Chiavenna, appartenant au réseau italien des chemins de fer de l'Adriatique (voir *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways*, numéro de décembre 1899).

Ces transformateurs rotatifs, composés de deux dynamos dont l'une, recevant le courant à transformer, agit comme électromoteur et dont l'autre, mue par la première et fonctionnant comme génératrice, produit le courant transformé, exigent une surveillance et un certain entretien : c'est leur inconvénient.

Avec les courants continus, le rendement total du transport, avec double transformation et, en supposant un rendement de 0,92 pour les génératrices et une perte en ligne de 0,10, peut être considéré comme égal à 76 0/0.

Ce système n'a pas reçu d'application, à notre connaissance, à la traction des tramways.

Lorsqu'il s'agit de courants alternatifs, on se trouve en présence de conditions plus simples. Les alternateurs, produisant ce courant, sont d'une construction économique et n'exigent pas de collecteur; ils permettent d'obtenir des tensions facilement élevées, et leur rendement est aussi bon que celui des génératrices à courant continu.

Mais, ce qui fait surtout la supériorité de ces courants, c'est la simplicité de leur transformation, au moyen de transformateurs se réduisant à un noyau sur lequel se trouvent deux enroulements, l'un primaire, l'autre secondaire, parfaitement isolés. Il n'y a plus ici, comme dans le cas précédent, de pièces en mouvement et, par suite, pas de surveillance ni de graissage.

Le rendement de ces transformateurs est élevé et atteint 0,95 à 0,96.

Ce mode de transport s'applique aux courants alternatifs, soit monophasés, soit diphasés, soit triphasés.

Lorsqu'il s'agit de traction électrique et qu'on emploie sur les voitures, comme c'est le cas le plus général, des moteurs à courant continu, il y a lieu alors, au point de contact avec le réseau de tramways, de transformer les courants alternatifs en courants continus; on peut employer, dans ce but, un appareil convertisseur appelé commutatrice, appareil ingénieux, dont le type, étudié dernièrement par Hutin-Leblanc, est un des meilleurs exemples.

Lorsqu'au contraire, on fait usage sur la voiture de moteurs triphasés, à champ tournant qui, outre leur simplicité de construction et l'absence de collecteur, jouissent seuls de la propriété de pouvoir démarrer sous charge, il y a intérêt à employer également dans les conducteurs de transport d'énergie, ces mêmes courants triphasés. Les tensions sont alors surélevées au départ,

au moyen d'un transformateur élévateur fixe et abaissées, au moyen d'un autre transformateur réducteur fixe, au point de contact avec le réseau d'alimentation du réseau de tramways.

Un autre avantage des courants triphasés est l'annulation réciproque des trois courants à l'extrémité de la ligne et, par suite, un fil quelconque sert de retour aux deux autres : on peut ainsi conduire les trois courants au moyen de trois fils seulement, au lieu de six, ce qui diminue considérablement le poids du cuivre. Sur un réseau de tramways ce nombre de fils se réduit même à deux, les rails pouvant servir de conducteur.

Le rendement total d'une pareille transmission est d'environ 68 0/0.

Emploi de l'énergie.

Nous nous trouvons donc en présence de deux modes d'exploitation de ligne de tramways :

1° L'énergie, transportée sous forme de courants alternatifs, monophasés, diphasés ou triphasés, est employée, après transformation au moyen de convertisseurs, sous forme de courants continus ;

2° L'énergie, transportée sous forme de courants triphasés, est employée sur le réseau, après abaissement de voltage au moyen de transformateurs, sous la même forme et avec des moteurs à champ tournant asynchrones.

Exploitation par moteurs à courant continu. — Le premier mode est celui qui a été jusqu'ici le plus employé.

C'est ainsi qu'est exploité le réseau important de tramways de la ville de Rome, où l'énergie est fournie par des génératrices installées à Tivoli et mises en mouvement par des turbines. Le courant alternatif simple à 5 000 volts est envoyé dans une ligne aérienne de 25 *km* de longueur ; puis la tension est réduite une première fois à 2 000 volts et le courant alternatif est converti en continu à 500 volts et envoyé dans le réseau de tramways.

Au chemin de fer métropolitain de Londres, le Central London Railway, des courants triphasés à 5 000 volts sont convertis en courants continus à 500 volts et actionnent ensuite les moteurs de la locomotive ; cette transformation se fait à quatre sous-stations installées le long de la ligne, au moyen de convertisseurs rotatifs.

Les mêmes dispositions sont adoptées en Irlande sur le tramway Dublin-Dalkey, aux États-Unis, à Porland, Lowell. Mais

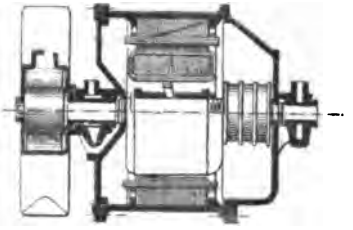
l'exemple le plus remarquable est celui des tramways de Buffalo et celui des différents réseaux qui avoisinent les chutes du Niagara. Les courants diphasés sont produits par des génératrices installées dans l'usine de la Niagara Falls Power C°, située près de ces chutes; chacune des dynamos au nombre de douze, est actionnée par une turbine d'une puissance de 5 000 *ch* à la vitesse de 250 tours par minute.

La tension de 2 250 volts, avec une fréquence de 25 périodes, produite par les génératrices et suffisante pour la distribution à faible distance dans les environs de Niagara, est portée à 10 ou 20 000 volts avant d'être envoyée à Buffalo, distant de 35 *km.* A l'arrivée dans cette ville la tension est d'abord abaissée à 4 000 volts, puis le courant diphasé est converti en continu au potentiel habituel de 500 volts.

Exploitation par courants polyphasés. — Le second mode d'exploitation qui n'a reçu encore que peu d'applications, mais qui est appelé à se répandre, nous amène à dire quelques mots des moteurs polyphasés à champ tournant asynchrones qui sont ceux dont on fait usage actuellement pour la traction électrique.

Moteurs polyphasés. — Un moteur triphasé à champ tournant asynchrone *(fig. 31)* se compose de deux cylindres concentriques en tôles feuilletées; ce feuilletage a pour but d'empêcher la formation des courants de Foucault. Le cylindre extérieur est fixe et entoure le cylindre intérieur, en laissant entre les deux un intervalle appelé entrefer, aussi faible que possible. Ce cylindre intérieur mobile est calé sur un arbre qui, au moyen d'un système d'engrenages à simple réduction, actionne l'essieu de la voiture.

Fig. 31 Moteur polyphasé pour la traction électrique



Des dentures, ménagées le long de l'entrefer et dans chacun des cylindres, permettent d'y loger des enroulements en fils ou en barres isolées.

L'enroulement du cylindre extérieur forme inducteur et les courants triphasés qui le traversent et qui y sont amenés par les conducteurs extérieurs d'alimentation, produisent dans l'entrefer un certain nombre de flux magnétiques tournants dont le nombre

dépend de celui des pôles disposés sur l'inducteur : ce nombre, pour les moteurs de traction, varie de **10** à **12**.

Le champ magnétique tournant ainsi obtenu a une intensité à peu près constante, et sa vitesse de rotation dépend du nombre de pôles de l'inducteur et de la fréquence, c'est-à-dire du nombre de périodes par seconde du courant alternatif.

Ces flux magnétiques tournants produisent des courants induits dans les enroulements du cylindre intérieur qui, par leur réaction sur le champ magnétique, amènent la rotation du cylindre intérieur mobile et produisent le couple moteur.

Les enroulements de l'inducteur et de l'induit peuvent se faire avec bobinage en anneau ou en tambour et celui de l'induit est divisé en trois circuits, comme celui de l'inducteur. Les trois circuits de l'induit aboutissent à trois bagues, fixées sur l'arbre, qui permettent d'amener le courant à des rhéostats extérieurs destinés à faciliter le démarrage et à régler la vitesse.

Les trois extrémités des enroulements des inducteurs sont reliées, au moyen de bornes fixes, aux trois fils d'alimentation du courant, deux fils aériens et le rail comme troisième conducteur. Quant aux trois autres extrémités de ces enroulements, on les relie, soit en triangle, mais plus souvent en étoile.

On voit donc qu'avec le moteur triphasé, le cylindre mobile induit n'a besoin que de trois bagues isolées sur lesquelles viennent frotter des balais au charbon, disposition plus simple et moins sujette à dérangement que le collecteur des moteurs à courant continu ; quant à l'inducteur, il n'a besoin que de bornes fixes.

Avec les moteurs triphasés à champ tournant, la vitesse du moteur varie peu avec la charge et le couple moteur se modifie proportionnellement à cette charge. On obtient donc ainsi une vitesse des voitures à peu près constante, quel que soit le profil.

Mais le couple moteur au démarrage est très faible, et c'est pour l'augmenter qu'on dispose, comme nous venons de le dire, sur les fils de l'induit, des rhéostats qui permettent, en même temps, de faire varier la vitesse pour un effort donné.

Pour obtenir les différentes combinaisons de résistances nécessaires pour le démarrage et les variations de vitesse, on se sert d'un régulateur agissant sur les rhéostats, manœuvré de la plate-forme par le conducteur, comme pour les moteurs à courant continu.

Le changement de marche de la voiture s'obtient en intervertissant, au moyen d'un inverseur, placé sur la plate-forme, le

courant de deux phases consécutives, ce qui a pour résultat de renverser le sens de la rotation du champ tournant.

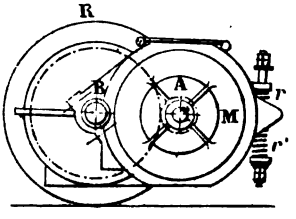
Il est bon d'ajouter que l'emploi des courants triphasés supprime les actions corrosives électrolytiques qui se produisent avec les courants continus. Mais, d'un autre côté, les courants alternatifs sont la cause, dans les fils télégraphiques ou téléphoniques, de perturbations importantes qui exigent leur doublement et leur mise à terre.

Application des courants polyphasés aux tramways. — La première application des courants triphasés à la traction électrique a été faite à Lugano, en 1896, par la maison Brown-Boveri.

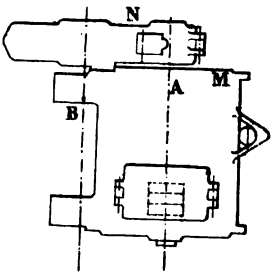
La longueur de la ligne est de 4,9 *km* et l'inclinaison maximum de 0,06 *m* par mètre.

Le courant triphasé à 5 000 volts, produit par des alternateurs actionnés par des turbines, est amené au réseau de tramways par des conducteurs aériens de 12 *km* de longueur. Au point d'arrivée, la tension du courant est abaissée à 400 volts qui est le potentiel du réseau.

Fig. 32 Moteur Brown Boveri du Tramway de Lugano



Les voitures à 24 places, pesant 6,5 *t* en charge, sont actionnées par un seul moteur représenté figure 32. Ce moteur a 12 pôles et les courants, à 40 périodes par seconde, y sont amenés par les rails et par deux fils aériens de 0,006 *m* de diamètre. La régulation est obtenue au moyen de trois rhéostats commandés par un arbre commun, manœuvré de la plate-forme, au moyen d'une petite transmission par poulie et courroie.



Une autre application a été faite en 1898 à Évian-les-Bains. Cette petite ligne, de 300 *m* de longueur seulement, sert à relier le bord du lac de Genève avec l'Hôtel Splendide, situé à 20 *m* plus haut. La rampe maximum est de 0,102 *m* et le rayon minimum de, courbes de 15 *m*.

Le courant triphasé, produit à 5 200 volts et 50 périodes, dans une usine distante de 13 *km* est réduit, à son arrivée, à une tension de 200 volts, celle admise pour le tramway.

La voiture, pesant 4 *t* et contenant 14 voyageurs, dont 8 assis, est munie d'un moteur triphasé de 15 *ch* pouvant en développer 25 à 30. L'arbre du moteur fait 750 tours par minute et actionne, par simple réduction, un arbre intermédiaire qui, au moyen de chaines, agit sur les deux essieux de la voiture.

Le courant est amené à l'inducteur par deux fils aériens de 0,006 *m* et par les rails de la voie dont les joints sont reliés électriquement.

Le démarrage est obtenu par un rhéostat placé sur les fils de l'induit et manœuvré de la plate-forme; on a également placé sur cette plate-forme un interrupteur de circuit.

La vitesse de marche à la montée et à la descente est de 10 *km*.

Lorsque la voiture descend et que le moteur atteint la vitesse correspondant au synchronisme, celui-ci agit comme générateur et renvoie le courant dans les conducteurs d'alimentation; il se produit ainsi une certaine récupération.

Nous pourrions encore citer le chemin de fer d'intérêt local de Varese, en Italie, établi par la Compagnie Thomson-Houston. Le courant d'alimentation triphasé à la tension de 5 000 volts et 45 périodes, sert à alimenter deux sections, l'une de 30 *km* avec rampes de 0,045 *m* et l'autre de 8 *km* avec nombreuses courbes et rampes continues de 60 et 72,5 0/0 par mètre. Les voitures sont munies de deux moteurs triphasés de 70 *ch*.

On a ouvert tout récemment, en Suisse, la ligne de Standstadt à Engelberg. La première section, de 18 *km* a des rampes de 0,050 *m* et la seconde, de 1 540 *m* de longueur, des rampes de 0,250 *m*; cette dernière est munie de la crémaillère Riggenbach. Le rayon minimum des courbes est de 50 *m*.

Les deux fils aériens espacés de 0,90 *m* ont un diamètre de 0,0075 *m*.

La première section est exploitée au moyen de voitures automotrices à 48 places, et, sur la seconde, ces voitures sont remorquées par une locomotive électrique à crémaillère.

Le courant à la tension de 750 volts est amené directement de l'usine génératrice à la première section. Pour la seconde, la tension est élevée, au départ de l'usine, à 5 000 volts et abaissée à l'arrivée, près de Stans, distant de 12 *km*, au potentiel de 750 volts qui est celui de la ligne.

Sur la section à pente de 0,250 *m* les deux moteurs de la locomotive sont mis en parallèle et, lorsque la vitesse du moteur dépasse le synchronisme, une partie du courant engendré est

récupérée et l'autre est envoyée dans un rhéostat en produisant le freinage de la voiture.

Nous pourrions encore citer la ligne à crémaillère de Zermatt-Gornergrat et celle en construction de la Jungfrau. Mais ces lignes sont plutôt des lignes de chemins de fer et sont un peu en dehors de notre sujet; nous ne nous y arrêterons donc pas.

V. — Usines centrales génératrices.

L'usine centrale, destinée à produire l'énergie électrique, se compose de dynamos génératrices et de moteurs actionnant ces génératrices.

Ces moteurs peuvent être à vapeur ou hydrauliques: roues ou plus généralement turbines.

Il nous serait difficile d'entrer dans les détails de ces installations qui sont presque toujours différentes les unes des autres et dépendent le plus souvent de considérations locales qu'il est impossible de généraliser.

Nous dirons seulement qu'au point de vue économique, il y a avantage à diminuer le nombre des unités, en augmentant la puissance de chacune; mais, d'un autre côté, on se trouve limité par l'importance du capital engagé et par les dépenses d'entretien: de plus, il faut tenir compte des machines de réserve nécessaires dans toute exploitation. Suivant son importance, ces unités varient entre 100 et 1 000 *ch* et même 2 000 *ch*, comme dans certaines stations américaines récentes.

Il est utile de choisir ces unités de manière à pouvoir, en fractionnant la puissance totale, suivre les variations qui se produisent périodiquement dans le service. Quant aux surcharges momentanées, on y fait face en faisant travailler les machines, pendant un court instant, au-dessus de la puissance normale.

On emploie généralement des dynamos multipolaires à quatre, mais plus souvent à six pôles, pour les courants continus. On peut ainsi en réduire la vitesse et en faciliter la commande, soit par la machine à vapeur, soit par la turbine.

Le rendement des dynamos est élevé, et la variation de ce rendement, entre la pleine et la demi-charge, ne dépasse pas 3 0/0.

L'excitation se fait en compound et on emploie souvent l'hypercompoundage qui permet d'avoir un voltage constant à la prise de courant sur la ligne.

Les moteurs à vapeur qui actionnent les dynamos commandent

celles-ci, soit directement, soit par courroie ou par corde ; l'une et l'autre de ces dispositions a ses partisans.

Les machines à vapeur sont ou verticales, type pilon, ou horizontales ; on semble, cependant, préférer ce dernier type lorsqu'on n'est pas limité par l'espace. Elles peuvent être à simple détente ou compound. Pour les réseaux moyens, où le travail est assez variable, on semble employer, plus généralement, les machines à un seul cylindre qui permettent d'obtenir plus facilement les grandes variations d'admission, nécessitées par les variations de charge. Dans tous les cas, elles doivent être munies de régulateurs sensibles et de volants très lourds.

Les chaudières doivent avoir une grande puissance de production de vapeur, afin de faire face aux variations de trafic. On les munit généralement de réchauffeurs d'eau d'alimentation et d'appareils de chargement automatiques de charbon. Les appareils Vicars sont très employés en Angleterre.

Le choix du type de chaudières dépend d'une foule de circonstances spéciales, ainsi que de l'emplacement dont on peut disposer. Aussi rencontre-t-on des chaudièrees à bouilleurs ordinaires, des chaudières à foyer intérieur, semi-tubulaires et multibulaires.

Pour quelques installations de réseaux de tramways on a, dans ces derniers temps, notamment à Zurich et à Lausanne, fait usage, comme moteur des dynamos génératrices, de machines à gaz pauvre. Ces moteurs, avantageux à certains points de vue, ont l'inconvénient de nécessiter une marche régulière, car s'ils supportent difficilement tout travail un peu important dépassant la puissance normale, leur rendement diminue beaucoup lorsque la puissance devient inférieure à ce travail. Aussi est-il nécessaire dans ces installations de régulariser, autant que possible, le travail demandé aux moteurs. C'est à une batterie d'accumulateurs qu'on a recours et, comme ce mode de régulation est également employé dans différents autres cas, nous croyons intéressant d'en dire quelques mots.

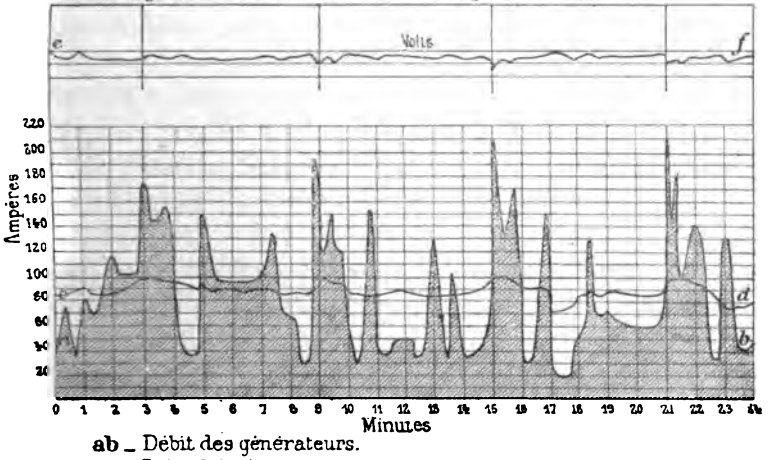
Lorsqu'il s'agit de lignes de tramways à trafic faible et même moyen, on sait que le travail demandé à l'usine centrale varie, à chaque instant, d'une manière considérable et que ces variations dépendent du nombre de voitures en circulation ainsi que du nombre de démarrages se faisant au même moment. Il en résulte une intensité de courant variant souvent entre 20 et 210 ampères avec baisse de voltage et, par suite, un travail très

irrégulier de la dynamo et des machines motrices. De là rendement faible et consommation de charbon supérieure à celle exigée pour un travail normal.

Pour l'éclairage électrique où se produisent également des variations semblables, quoique moindres et plus régulières on avait résolu le problème en installant en dérivation sur la ligne une batterie d'accumulateurs. Il paraissait tout indiqué d'employer le même mode de régulation pour les réseaux de tramways. C'est ce qui a été fait, dans ces dernières années, notamment sur les lignes de Zurich-Hirslanden, de Ramscheid, de Mackenbeuren, de Neufchatel-Saint-Blaise, de Fontainebleau.

Le diagramme *(fig. 33)* montre le résultat obtenu sur la ligne

Fig. 33. Courbe de débit d'une usine avec emploi d'accumulateurs



ab _ Débit des générateurs.
cd _ Débit de la ligne.

Zurich-Hirslanden. Cette ligne a 4,55 *km* de longueur et l'énergie est produite par deux groupes générateurs de 90 *ch*; une batterie d'accumulateurs de 270 éléments Tudor est couplée sur la ligne, en dérivation. La ligne *ab* représente la courbe de débit en ampères sur le réseau et la ligne *cd* celle des génératrices. Tandis que pour la première les variations sont comprises entre 20 et 210 ampères, pour les secondes les mêmes variations sont comprises entre 72 et 102. Toute l'énergie représentée par les surfaces hachurées au-dessus de la ligne *cd* est fournie par l'accumulateur et tous les petits sillons non hachurés, au-dessous de la même ligne, sont comblés par la génératrice, lorsque la demande d'énergie sur la ligne est inférieure au travail normal

de la dynamo génératrice. Dans le premier cas, l'accumulateur travaille à la décharge et dans le second à la charge.

On a ainsi obtenu une diminution de puissance des génératrices de 50 0/0 et la consommation de charbon, par cheval-heure, s'est trouvée réduite de 2,5 à 1,5 *kg*. Cette économie de charbon a plus que compensé l'augmentation de dépense résultant de l'accumulateur et de ses accessoires.

Les mêmes résultats ont été obtenus à Remscheid, et sur les autres réseaux, où la même disposition a été appliquée.

Quelquefois la batterie, au lieu d'être placée près de la génératrice, est disposée en dérivation sur la ligne, au point le plus chargé, comme à Philadelphie, sur la ligne de Chesnut-Hill.

A Buffalo, où le réseau de tramways est alimenté par des courants triphasés, convertis en continus à 500 volts, au moyen d'un convertisseur rotatif, l'accumulateur est placé près du convertisseur et uniformise son débit, en le faisant toujours travailler à pleine charge. La même disposition a été adoptée à Neufchatel, Saint-Blaise.

Pour que le fonctionnement de ces accumulateurs se fasse dans de bonnes conditions, il est indispensable que la tension du courant débité par cet accumulateur, à la charge ou à la décharge, soit la même que celle du réseau. Diverses dispositions ont été adoptées dans ce but, notamment celle étudiée par M. Pirani et appliquée à Fontainebleau et à Remscheid. Dans ce cas, une dynamo auxiliaire, placée sur le circuit des accumulateurs et à double enroulement d'induction, l'un en dérivation sur l'accumulateur, l'autre traversé par le courant même de la ligne, égalise cette tension.

Tramways funiculaires.

Le tramway funiculaire se compose d'un câble sans fin s'enroulant, à une extrémité de la ligne, sur une poulie fixe et à l'autre extrémité sur une poulie mobile, à laquelle est attaché un contrepoids dont le but est de donner au câble la tension nécessaire : c'est le tendeur. Un des brins de ce câble entraîne la ou les voitures dans un sens, au moyen d'un appareil qui porte le nom de « grip », et l'autre brin les entraîne dans un sens opposé.

Ce câble, en un point quelconque de son parcours, mais généralement près de l'extrémité opposée à celle occupée par la

poulie fixe, s'enroule autour d'une ou plusieurs poulies à gorge actionnées par un moteur à vapeur donnant le mouvement à tout le système et, par suite, aux voitures.

Le nombre des poulies motrices autour desquelles doit s'enrouler le câble rentrant dépend de l'effort auquel ce câble est soumis et, par conséquent, du profil et du nombre de voitures en service; il dépend également du frottement du câble sur cette poulie, ainsi que de la tension donnée au câble sortant par le tendeur. Cette tension, qui doit être telle qu'il ne se produise aucun glissement sur les poulies motrices, est fonction d'une foule de circonstances qui en rendent très difficile la détermination exacte par avance; aussi est-ce à l'expérience qu'on a recours pour fixer exactement la charge du contrepoids des tendeurs.

La poulie à laquelle est fixé ce contrepoids est, de plus, mobile sur des rails, afin de pouvoir tenir compte de l'allongement total du câble, allongement qui, au début, peut atteindre 1 0/0 de la longueur, ainsi que des différents mouvements de la poulie mobile, dus aux variations d'effort sur le câble et résultant de la marche des voitures et de leur démarrage.

Le câble, suivant les circonstances, est placé, soit au niveau de la voie, soit au-dessous de la chaussée dans un caniveau installé entre les rails; ce dernier mode est le seul applicable aux tramways. Il est supporté tous les 10 *m* environ par des poulies à gorge à axe horizontal d'un diamètre variant entre 0,20 *m* et 0,30 *m*. Dans les courbes, ces poulies, beaucoup plus rapprochées, sont à axe vertical ou incliné, et la gorge doit en être étudiée suivant la position occupée et la tension du câble : l'expérience seule permet d'en déterminer sûrement la forme.

La disposition, les dimensions, ainsi que la forme exacte à donner à ces poulies forment une des parties les plus délicates de la construction des tramways funiculaires, surtout lorsqu'il s'agit de lignes parcourant, comme le tramway de Belleville, des voies étroites, sinueuses et nécessitant de nombreux garages. C'est ce qui explique les difficultés du début de l'exploitation de cette ligne.

Les caniveaux, destinés à recevoir les câbles et les poulies de roulement, sont généralement formés par un ensemble de chaises en fonte également espacées et réunies entre elles par une paroi en béton. Une rainure de 29 à 30 *mm* de largeur, ménagée à la partie supérieure dans l'axe de la voie, permet le passage

de la tige du grip qui relie la voiture avec le câble de traction.

Ces caniveaux doivent être très robustes, afin de résister aux charges circulant sur la chaussée ou la traversant; ils doivent pouvoir également résister aux poussées horizontales tendant à rétrécir la rainure. Ils se trouvent, du reste, dans les mêmes conditions que ceux servant à la traction mixte par trolley et conducteur souterrain dont nous parlons ailleurs et dont nous avons montré des exemples.

Le câble de traction, une des parties constituantes les plus importantes du système funiculaire, doit être à la fois résistant et élastique. Il est composé d'une âme en chanvre ou en aloès recouverte généralement de six ou sept torons formés d'une âme en fils d'acier de petit diamètre entourée d'une couche de fils également en acier, mais de plus grand diamètre, 3 *mm* environ. Ces torons sont enroulés autour de l'âme en chanvre dans le même sens que l'enroulement des fils autour des torons, de manière à incliner ces fils sur l'axe du câble. L'expérience a montré que cette disposition, la seule aujourd'hui employée, est de beaucoup préférable à celle primitivement adoptée et qui consistait à enrouler les torons sur le câble en sens inverse de l'enroulement des fils de ceux-ci. Les ruptures de fils ne se produisent plus, ou du moins, beaucoup plus rarement, et l'usure se fait plus régulièrement.

Le diamètre du câble varie entre 29 et 30 *mm* et son poids est d'environ 3 *kg* par mètre courant. Les fils d'acier qui servent à sa fabrication ont une résistance variant entre 120 et 150 *kg* par millimètre carré avec 1 0/0 d'allongement.

Sa durée, variable avec la fabrication et l'intensité du trafic, est d'environ six à huit mois.

Une des grandes difficultés de la fabrication des câbles de traction est leur jonctionnement, soit au moment de la pose, soit lorsqu'il s'agit de les réparer, à la suite de rupture. Ce jonctionnement, qui se fait au moyen d'épissures, exige des ouvriers habiles et habitués à cette opération délicate, demandant beaucoup de soins pour conserver une uniformité dans le diamètre du câble; chose indispensable pour un bon fonctionnement.

Les poulies motrices à gorge se font généralement en fonte et d'un seul morceau; leur diamètre varie entre 2,50 *m* et 3,60 *m*.

Dans le but d'éviter les glissements du câble sur les poulies motrices et résultant de la différence de tension du câble rentrant et du câble sortant, on emploie souvent la poulie motrice

Walker où le bandage qui reçoit le câble peut glisser à l'intérieur de la jante disposée à cet effet. On fait ainsi disparaître les à-coups qui se produisent sur les machines motrices et nuisent à leur bonne marche.

De plus, pour augmenter le coefficient de frottement du câble sur les poulies motrices, on interpose généralement dans la gorge de la poulie des cales en bois ou en acier sur lesquelles s'appuie le câble. On a soin, du reste, de ne pas trop lubrifier ce dernier, en ne le recouvrant qu'une seule fois par jour d'un enduit qui a pour but d'éviter une oxydation trop rapide.

Les poulies motrices sont actionnées :

Soit en commandant une seule poulie motrice, la seconde étant entraînée par le mouvement du câble; c'est la disposition adoptée aux tramways de Belleville;

Soit en commandant au moyen d'un engrenage les deux poulies motrices. C'est la disposition la plus généralement employée;

Soit, enfin, comme à Glasgow, en commandant directement chacune des poulies motrices.

Quant à la machine à vapeur, elle peut :

Soit actionner directement l'arbre qui commande par engrenage les deux poulies motrices;

Soit actionner directement ou par engrenage un arbre intermédiaire qui, lui, commande à son tour, par engrenage ces poulies

Soit, enfin, et c'est la disposition qui a été employée dans les grandes installations récentes, comme à Glascow, en actionnant par cordes un arbre intermédiaire qui, à son tour, commande par cordes une poulie agissant, soit par engrenages, soit directement sur les poulies motrices. On obtient avec cette disposition un mouvement très doux et beaucoup moins bruyant.

Une chose intéressante et importante à connaître lorsqu'il s'agit de l'établissement d'un tramway à câbles, est le rendement de tout le système, c'est-à-dire le rapport entre le travail recueilli par les voitures et celui produit par les machines motrices. Les nombreuses expériences faites en Amérique permettent de conclure que, lorsqu'il s'agit d'une ligne à trafic intense et à tracé moyen, ce coefficient de rendement ne s'éloigne pas beaucoup du chiffre de 50 0/0.

M. de Marchena, dans son mémoire de 1894, et nous dans notre ouvrage déjà cité, avons donné divers renseignements sur les tramways établis à cette époque : nous n'y reviendrons donc pas.

Nous devons ajouter, du reste, que la traction par câble ne semble aujourd'hui avoir sa raison d'être que dans des cas spéciaux : intensité de trafic très grande, jointe à de fortes rampes.

Aux États-Unis, où la première application aux tramways date de 1873, la longueur des tramways à câble, en 1894, était de 1 066 *km*. A cette époque ils avaient pris une grande extension, notamment à Chicago, Saint-Louis, Cleveland, Denver, New-York (1), San Francisco, Washington. Actuellement la traction par câble perd chaque jour la faveur des Ingénieurs et du public américain, et on la remplace successivement par la traction électrique. Ainsi la Métropolitan Traction C°, une des plus importantes de New-York, transforme tout son outillage en traction électrique avec caniveau souterrain.

Les Américains reprochent à ce système son prix élevé de premier établissement et sa complication qui devient extrême lorsqu'il y a lieu d'établir des croisements et des bifurcations. Les dépenses d'entretien et d'exploitation sont également, d'après eux, supérieures à celles d'un tramway électrique.

Ils lui reprochent également une moins grande douceur de roulement, des démarrages trop durs et désagréables pour les voyageurs, lorsqu'on veut obtenir une accélération rapide et qui, malgré tout, ne peut pas être égale à celle des moteurs électriques. D'où vitesses moyennes moins grandes et impossibilité, par suite de la vitesse limitée du câble, de rattraper le temps perdu lorsque, par suite d'un encombrement quelconque, les voitures sont arrêtées momentanément en un point de leur parcours.

On lui reproche, enfin, les accidents graves pouvant résulter, soit de l'impossibilité accidentelle de séparer le grip du câble, soit de l'obstruction du caniveau par un objet quelconque arrêtant alors subitement la marche de la voiture. La marche en arrière est également impossible, ce qui, dans certains cas, peut avoir des inconvénients.

Sur le continent européen la traction par câble ne paraît pas non plus prendre d'extension. Nous devons, cependant, signaler en Angleterre deux installations récentes de tramways à câble :

(1) Au 30 juin 1899 la Compagnie Métropolitaine de New-York exploitait 40,75 *km* de voies à traction funiculaire ; les frais d'exploitation se sont élevés à 50,8 0/0 des recettes, tandis qu'ils n'ont été que de 38 0/0 avec la traction électrique pour atteindre 69,8 0/0 avec la traction animale.

Traction funiculaire (1).

	FRANCE	GRANDE-BRETAGNE			ÉTATS-UNIS						
	PARIS	LONDRES	BIRMINGHAM	EDIMBOURG — 2 lignes	PHILADELPHIE — Market St.	NEW-YORK — Broadway	SAN FRANCISCO — Clery St.	SAN FRANCISCO — Market St.	SAN FRANCISCO — Presidio et Union	LOS ANGELES	CHICAGO — Réseau Sud
Date de construction	1891	1883	1887-89	1884	1886	1893	1873	1883-86	1880	1884-89	1882
Longueur totale des lignes. . . *km*	2,02	11,50	4,8	4,4	19,0	8,32	1,65	14	4	30	14
Nombre de câbles.	1	1	1	2	4	1	1	7	2	5	3
Diamètre. . . . . *mm*	30	»	»	»	»	»	25	34	27	»	25
Rampe maxima. . . . *mm* par *m*	73	90	70	87	50	en palier	58	120	189	110	en palier
Nombre de stations motrices. . . .	1	1	1	1	2	1	1	1	»	»	1
Vitesse des câbles. . . . . *km*	10	8	»	11 et 14	»	»	9,6	13,7	10	12,9	15,5
Force nécessaire pour l'entraînement des câbles à vide . . . . . *ch*	60	»	60	»	»	»	23	204	»	»	184
Force nécessaire supplémentaire par voiture à la montée . . . . . *ch*	8	»	6,5	»	»	»	0,8	2,10	1,44	»	»
Frais de traction par train.-kil.. *f*	0,72	0 33	0,26	»	»	0,55	»	»	»	»	0,4

(1) Tableau tiré de : G. DUMONT, *Automobiles sur rails* (Encyclopédie Léauté).

celle des Tramways d'Édimbourg et celle du Subway de Glascow. Ce dernier sert de chemin de fer de ceinture à la Ville et les deux voies sont placées dans des tunnels séparés; sa longueur est d'environ 14 kilomètres. Les câbles sont mis en mouvement par deux machines de 1 500 *ch* chacune. On retrouve dans cette installation, d'ailleurs soigneusement étudiée, les derniers perfectionnements des tramways à câble établis aux États-Unis et dont nous avons parlé plus haut.

Nous donnons ci-dessus un tableau des différentes applications de tramways funiculaires avec leurs conditions principales d'établissement.

4e Classe.

Véhicules mixtes électriques. Traction électrique sur fortes rampes.

Nous avons dû classer ces véhicules mixtes électriques dans une catégorie spéciale parce qu'ils tiennent à la fois des véhicules des 2e et 3e classes.

Dans cette catégorie se trouvent :

1° Les tramways recevant l'énergie de canalisations aériennes et en emmagasinant une partie dans des accumulateurs;

2° Les tramways recevant alternativement l'énergie de canalisations aériennes et souterraines par caniveaux;

3° Les tramways recevant alternativement l'énergie de canalisations aériennes et de courants à fleur de sol.

Nous dirons, enfin, quelques mots des tramways électriques sur forte rampe qui intéressent également la traction urbaine.

I. — Traction mixte par trolley et accumulateurs.

Dans ce mode de traction, sur une ou plusieurs sections de la ligne, les moteurs sont alimentés par un courant amené par la canalisation aérienne et le trolley en même temps que ce courant sert au rechargement d'une batterie d'accumulateurs qui, elle, à son tour, devra fournir le courant aux électromoteurs, sur la ou les sections de ligne où la canalisation aérienne sera supprimée.

Ce mode d'exploitation a été depuis quelques années déjà appliqué en Allemagne, notamment à Hanovre où les premiers

essais ont été faits vers 1896 et, plus récemment, à Berlin. Il a reçu tout dernièrement une application à Paris, aux tramways de la place de la République à Aubervilliers et à Pantin qui sont à fil aérien et trolley hors des fortifications et à accumulateurs dans l'intérieur de Paris. Le rechargement de la batterie se fait sur le parcours en trolley entre les fortifications et Aubervilliers d'une part, et Pantin de l'autre. Il va être appliqué également à certains des nouveaux tramways de pénétration parisienne.

La ligne de la place de la République à Aubervilliers a une longueur totale de 6,750 *km* dont 4,670 *km* intra-muros et 2,080 *km* extra-muros.

Celle de la place de la République à Pantin a une longueur de 6,200 *km*, dont 4,520 *km* intra-muros et 1,680 *km* extra-muros.

Ces deux lignes ont un parcours commun dans Paris, de 2,400 *km*.

La rampe maximum de 33 *mm* par mètre se trouve dans Paris sur le parcours de la rue du Faubourg-Saint-Denis, entre le boulevard Magenta et la rue La Fayette. Sur le boulevard Magenta, on rencontre deux rampes consécutives de 13 à 21 *mm* et, en trois autres endroits, trois courtes rampes de 20,11 et 15 *mm*. Sur le reste du parcours les inclinaisons sont toutes inférieures à 10 *mm*.

Il y a lieu. toutefois, de remarquer que les inclinaisons maximum consécutives et d'une certaine longueur se rencontrent dans le sens du retour de la place de la République à Aubervilliers ou Pantin, lorsque la batterie a déjà subi une certaine décharge pendant le voyage d'aller.

L'usine centrale, installée au point terminus d'Aubervilliers, sur les terrains occupés auparavant par les bâtiments de l'ancien dépôt de la Compagnie, comporte trois chaudières multitubulaires Roser de 193 m^2 de surface de chauffe et timbrées à 10 *kg*.

Ces chaudières alimentent trois machines à vapeur horizontales Corliss à condensation du type Lecouteux et Garnier, ayant chacune une puissance de 250 *ch* à la vitesse de 75 tours par minute.

Ces dernières commandent chacune, au moyen d'une poulie-volant, une dynamo à enroulement compound du type Thomson-Houston à 6 pôles produisant 150 kilowatts à la vitesse de 400 tours. Le débit, en marche normale, est de 300 ampères sous 550 volts; mais il peut être porté à 375 ampères sans que le fonctionnement en souffre. L'enroulement est, en plus, disposé

de façon à pouvoir obtenir un voltage de 575 à 600 volts, nécessaire pour assurer à l'usine la charge complète des batteries d'accumulateurs, c'est-à-dire environ 2,60 volts par élément.

A ce propos, il est utile de dire que, pendant le rechargement en cours de route, on ne restitue aux batteries que l'énergie dépensée pendant le parcours dans Paris, sans tenir compte de la perte de rendement entre la charge et la décharge. C'est pendant la nuit, et après le service, que s'opère cette charge complémentaire à l'usine centrale, au moyen d'un circuit aérien installé dans cette usine.

La ligne aérienne, Aubervilliers-Paris, est reliée directement au tableau de distribution de l'usine centrale, sous le voltage de 500 volts à l'usine.

Le conducteur aérien Paris-Pantin qui se termine dans la rue de Paris, à Pantin, est relié au tableau de l'usine centrale par un feeder souterrain de 300 mm^2. Pour tenir compte de la perte de charge due à ce feeder et obtenir dans le conducteur aérien de Pantin le voltage nécessaire au rechargement des batteries, on a dû maintenir à l'usine un voltage moyen de 530 à 550 volts.

Les voitures à impériale couverte, qui sont les mêmes que celle représentée figure 6 *(Pl. 227)*, pèsent à vide, sans accumulateurs, 10 *t*; en y ajoutant le poids des 56 voyageurs, des deux employés et de la batterie, on arrive à un poids total, en ordre de marche, de 17 à 18 *t*.

Ces voitures reposent sur deux bogies à traction maximum dont nous avons donné le dessin *(fig. 18)*; les grandes roues portent environ 75 0/0 du poids total, ce qui assure une adhérence suffisante pour la remorque sur la rampe de 33 *mm* de la rue du Faubourg-Saint-Denis.

La perche du trolley, qui sert à la traction hors Paris, a été disposée de manière à pouvoir être complètement abaissée sur le toit de la voiture, pendant la traction par accumulateurs dans Paris, afin de permettre le passage de la voiture sous les ponts très surbaissés du chemin de fer de Ceinture.

Les accumulateurs sont placés dans une caisse suspendue sous la voiture entre les deux bogies. Cette batterie se compose de 224 éléments en 8 groupes de 28 éléments chacun.

Chacun de ces éléments, qui se compose de trois plaques positives et de quatre négatives, pèse, y compris acides, accessoires et bacs, 13 *kg*. En y ajoutant le poids des petites caisses et de la grande, on trouve pour la batterie un poids total de 3 812 *kg*.

Les plaques positives sont du type à auget avec oxydes rapportés de la Société pour le Travail électrique des métaux; quant aux plaques négatives, elles sont obtenues par la réduction du plomb.

Tous les éléments sont réunis en série avec connexions soudées.

On admet pour ces batteries une capacité utilisable de 45 à 48 ampères-heure sous 400 volts, ce qui correspond à $\frac{48}{13} = 3{,}7$ ampères-heure par kilogramme d'élément.

Chaque bogie est muni d'un moteur à simple réduction du type 800 de la Compagnie Thomson-Houston, et la régulation se fait au moyen de deux contrôleurs série parallèle, placés chacun sur une des plates-formes, afin d'éviter le retournement des voitures aux points terminus.

De plus, une disposition spéciale permet d'envoyer aux contrôleurs, soit le courant du conducteur aérien, soit celui de la batterie, soit simultanément le courant du fil aérien aux contrôleurs en même temps qu'à la batterie, pour son rechargement.

Le freinage s'obtient à l'aide du frein électromagnétique Thomson-Houston ou d'un frein à sabot serré par des vis placées sur les plates-formes d'avant et d'arrière.

Aux essais, la dépense d'énergie, par traction avec accumulateurs, a été par kilomètre-voiture chargée, y compris les arrêts, de 625 watts-heure, soit $\frac{625}{18} = 39$ watts-heure par tonne kilométrique. Ce chiffre extrêmement bas, obtenu pendant les essais, est dépassé en service courant.

L'énergie dépensée correspond, pour un parcours aller et retour de 9,3 *km* dans Paris, à une dépense aux bornes en ampères-heure de :

$$\frac{625 \times 9{,}3}{400} = 14{,}51 \text{ ampères-heure.}$$

La capacité utilisable étant, comme nous l'avons dit, de 45 à 48 ampères-heure, on voit qu'il serait facile de faire, sans rechargement, deux voyages aller et retour dans Paris, même avec une voiture de remorque.

Le régime moyen de décharge de la batterie varie entre 25 et 26 ampères sous 420 volts, soit deux ampères par kilogramme d'élément et un travail moyen de 15 *ch* environ.

Le rechargement de la batterie qui, comme nous l'avons dit,

se fait après chaque voyage, pendant le parcours en trolley et pendant le stationnement au point terminus, dure en moyenne 30 minutes. L'intensité du courant au début atteint 80 à 100 ampères, soit 6 à 7 ampères par kilogramme d'élément; au bout de cinq minutes cette intensité tombe à 60 ampères, pour diminuer ensuite jusqu'à 20 ampères jusqu'à la fin de la charge. Ce rechargement se fait donc sous un régime plus modéré qu'aux tramways de Puteaux où les éléments Tudor supportent au début une intensité de courant de charge dépassant 10 ampères par kilogramme, mais où le rechargement s'achève dans le voisinage de 10 minutes.

Quelques observations intéressantes signalées par M. de Marchena dans une communication à la Société Internationale des Électriciens sont à noter. On a remarqué l'affaiblissement graduel de la capacité des plaques à oxyde rapporté. Cette capacité, paraît-il, tombe souvent aux 2/3 de la capacité initiale, au bout de quelques mois.

De plus, l'isolement indispensable des éléments, dans le but d'éviter les dérivations locales, est difficile à obtenir avec les bacs en ébonite et des essais avec une autre matière (ambroine) sont en cours

II. — Traction mixte par trolley et conducteur souterrain.

Ce système mixte de traction a, dans ces dernières années, reçu un certain nombre d'applications.

Lorsque le parcours avec fil aérien est très grand, relativement à celui où ce mode de traction devient impossible, par suite des différentes raisons que nous avons signalées, l'emploi de l'accumulateur devient onéreux, à cause du poids supplémentaire qu'il faut forcément remorquer sur un grand parcours et sans aucune utilité, sauf pour le rechargement de cette batterie, ce qui n'exige qu'un temps relativement court.

C'est alors qu'on a pensé pouvoir s'exonérer de cette surcharge, en employant, sur la partie relativement courte du parcours, le conducteur souterrain avec caniveau.

C'est ce mode de traction qui a été appliqué en 1898 sur la ligne Bastille-Charenton et qui a été également appliqué, tout dernièrement, à Berlin, à Dresde et sur de courtes sections des tramways de Lyon.

Avec cette disposition la prise de courant doit se faire d'une

manière différente dans les deux sections de parcours; le trolley pour le fil aérien et un appareil spécial de prise de courant pour le conducteur souterrain. Il faut donc, au point de soudure des deux systèmes, opérer rapidement et simplement ce changement de prise de courant.

Nous allons dire quelques mots de l'appareil qui a été étudié pour la ligne Bastille-Charenton. Mais auparavant, quelques renseignements sur cette ligne sont nécessaires.

Les rails conducteurs aller et retour du courant dans le caniveau sont reliés, au moyen de deux feeders de 125 mm^2, à une batterie d'accumulateurs installée à l'usine centrale de Saint-Mandé et destinés à fournir le courant. Cette batterie à oxydes rapportés, du type de la Société pour le Travail électrique des métaux, se compose de 270 éléments de sept plaques, fournissant un voltage de 500 volts et pouvant débiter 350 à 400 ampères-heure utilisables.

Le courant, destiné aux fils aériens, est fourni par des dynamos à courant continu Thomson-Houston, de 150 kilowatts; ces dynamos sont compoundées, de manière à obtenir un voltage constant de 550 volts sur toute la ligne. Le retour du courant se fait par les rails, dont les joints sont soudés par le procédé Falk.

Ce sont ces mêmes dynamos qui servent au rechargement des accumulateurs: mais alors l'excitation compound est modifiée et remplacée par une excitation shunt.

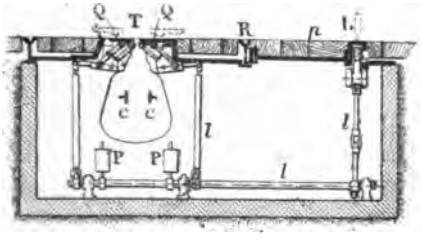
On a appliqué les accumulateurs à l'alimentation des conducteurs souterrains pour plusieurs raisons. D'abord, le mode de retour du courant ne se faisant pas de la même manière pour les deux sections, deux dynamos indépendantes étaient indispensables pour fournir le courant à chacune des sections. De plus, étant donné le peu de longueur du parcours en caniveau, l'énergie électrique à fournir était peu considérable ; les dynamos de 150 kilowatts se trouvaient trop puissantes et une dynamo plus faible eût dû être installée pour ne pas trop affaiblir le rendement. Comme, enfin, pendant la nuit, après l'arrêt du service, il y avait à éclairer l'usine, assurer la manœuvre des voitures dans le dépôt et fournir l'éclairage de la voie publique, dont la Compagnie s'est chargée, on a cru plus judicieux de faire usage de l'accumulateur pour ces différents services.

Revenons maintenant à l'appareil de prise de courant. Cet appareil, se compose de deux frotteurs isolés maintenus en contact avec les rails conducteurs au moyen de ressorts semi-elliptiques;

des câbles souples les relient au contrôleur de marche. Ces frotteurs sont placés à la partie inférieure d'un support en fer traversant la rainure du caniveau, et le tout peut être élevé ou abaissé au moyen d'une manivelle placée sur le côté de la voiture. On peut ainsi faire entrer ou sortir du caniveau l'appareil de prise de courant qui reste toujours fixé à la voiture.

Mais comme l'espacement total des frotteurs, dans le sens transversal, est de 0,15 *m*, comme celui des rails conducteurs de courant, il est indispensable, pour faire entrer ou sortir cet appareil du caniveau, qu'une ouverture suffisante puisse être obtenue à la partie supérieure de ce caniveau, à l'endroit et au moment même où cette manœuvre doit se faire. On a donc ménagé, à cet endroit, une fosse dans laquelle est disposé l'appareil représenté figure 34 et qui a pour but de soulever, en les écartant, les deux plaques Q, qui laissent alors le passage nécessaire à l'appareil de prise de courant.

Fig 34. Tramway à caniveau
Manœuvre des trappes de sortie de la prise de courant



Une disposition à peu près semblable est employée à Berlin; seulement, dans le sens transversal, l'appareil de prise de courant a une dimension assez faible pour pouvoir être relevé ou abaissé à travers la rainure sans être obligé d'obtenir l'élargissement momentané de celle-ci par un appareil spécial, comme à Paris.

De plus, un plan incliné, placé à l'intérieur du caniveau et à son extrémité, permet le relèvement ou l'abaissement automatique de l'appareil de prise de courant, lorsque la voiture arrive à l'endroit où le changement de prise doit s'opérer.

Les voitures Bastille-Charenton *(fig. 7, Pl. 227)*, sans impériale, contiennent dix-huit voyageurs d'intérieur et dix-huit de plateforme; leur longueur est de 8 *m* et leur poids de 7 *t*. Elles reposent sur deux essieux actionnés chacun par un moteur Thomson-Houston type 800 à simple réduction. La régulation se fait par la méthode série-parallèle avec une seule résistance pour chaque groupement.

Le freinage s'obtient au moyen d'un frein à main ordinaire ou d'un frein électromagnétique.

III. — Traction mixte par trolley et contacts au niveau du sol.

Ce mode de traction a principalement été appliqué avec le système Diatto, à Tours. Il est également prévu pour les tramways de pénétration de Paris.

Les automotrices de ce système sont facilement disposées de façon à pouvoir circuler indifféremment sur les voies Diatto ou sur les voies à ligne électrique aérienne. Elles sont munies à la fois des deux systèmes de prise de courant, barres aimantées et perche de trolley; on rabat cette dernière sur le dôme de la voiture lorsqu'on circule sur les voies Diatto. Un commutateur spécial établit la connexion des moteurs, soit avec la perche, soit avec les barres, suivant la section de la ligne sur laquelle on se trouve.

Cette manœuvre est instantanée. Elle n'impose aucune perte de temps et peut même se faire pendant que la voiture est en marche.

La partie du réseau électrique de Tours qui est actuellement livrée à l'exploitation est divisée en deux tronçons, dont l'un est établi suivant le système Diatto, allant de la place du Palais-de-Justice à la barrière de Grammont, et l'autre est exécuté en trolley, à l'extérieur de la ville, entre la barrière de Grammont et Saint-Avertin. Les voitures, à agencement mixte, font le trajet entier sans rompre charge, de la place du Palais-de-Justice à Saint-Avertin.

Ce système, comme on le voit, est d'une grande simplicité. Reste à savoir quelle sera son endurance et quelles seront les dépenses d'entretien qu'il nécessitera. Un service assez prolongé permettra seul de tirer des conclusions à cet égard et de connaître les développements ultérieurs dont il est susceptible au point de vue de la traction urbaine.

Un autre service mixte a été établi pour le tramway du Bois de Boulogne avec le système Vedevelli et Priestley.

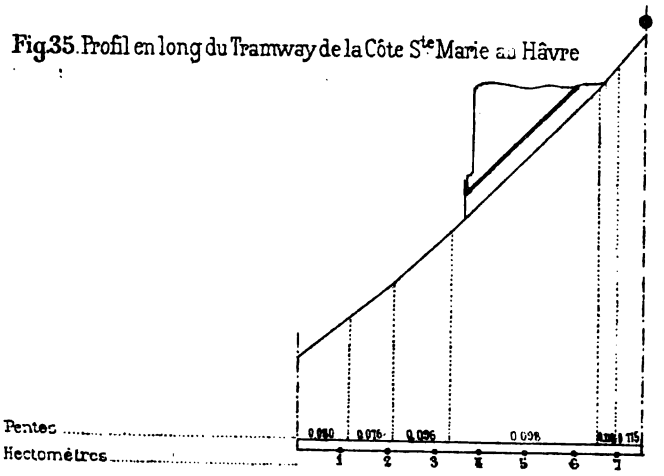
IV. — Traction électrique sur fortes rampes.

Il nous reste à parler des dispositions spéciales à prendre lorsque, sur une ligne de tramway où, sur certaines sections de cette ligne, on rencontre des rampes supérieures à celles qui

peuvent être franchies par l'adhérence seule. Cette rampe-limite est voisine de 100 *mm* par mètre, en supposant, toutefois, que le poids total des véhicules (automotrices et voitures de remorque) serve à l'adhérence (1).

Nous pouvons citer comme exemple *(fig. 35)* le tramway de la côte Sainte-Marie, au Havre, d'une longueur de 750 *m*, où la différence de niveau entre les points extrêmes de 69,54 *m* est rachetée par une rampe continue variant entre 76 et 115 *mm* par mètre. La traction y est faite par simple adhérence et par fil aérien,

Fig. 35. Profil en long du Tramway de la Côte Ste Marie au Hâvre



avec courant à 550 volts fourni par l'usine de la Société l'Énergie électrique du Havre, distante de 1 600 *m*.

Les automobiles à 50 places, pesant 13 *t* en charge, sont munies chacune de deux moteurs Thomson-Houston de 50 *ch*. En remontant la rampe, l'intensité du courant varie entre 90 et 140 ampères, soit un travail maximum d'environ 100 *ch*.

(1) Sur le tramway électrique reliant la ville de Laon avec la gare du chemin de fer, se trouve une rampe continue de 762 *m* de longueur et dont l'inclinaison maximum est de 129 *mm* par mètre. avec courbe de 120 *m* de rayon sur 92 *m* de longueur.

Une crémaillère Abt a été établie sur cette section; un pignon denté, placé entre les essieux et actionné, au moyen de chaînes, par les moteurs de la voiture, engrène avec cette crémaillère. Cette transmission de force est la cause de résistances considérables et après essais concluants, on s'est décidé à supprimer l'emploi de la crémaillère et à remonter la rampe par simple adhérence. C'est le mode d'exploitation suivi depuis l'ouverture. La vitesse à la montée et à la descente est de 12 *km* à l'heure.

Les deux moteurs du type 53 de la Compagnie Thomson-Houston, sont alimentés par une canalisation aérienne avec trolley, au potentiel de 500 volts. Mis en parallèle à la montée, ces moteurs développent ensemble un effort de 115 *ch* sur la rampe de 129 *mm*. (Voir *Revue générale des chemins de fer et des tramways*, n° d'octobre 1899.)

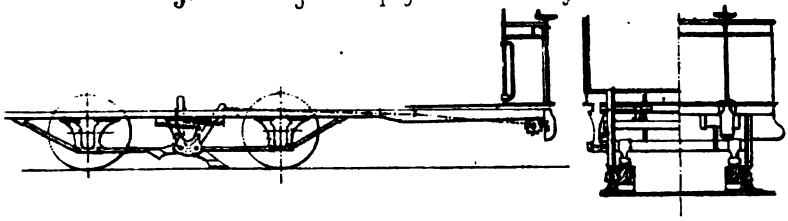
Le freinage est obtenu au moyen d'un frein magnétique, d'un frein à quatre sabots à vis, d'un frein de sûreté et d'un frein à patins, également manœuvré par vis, et pouvant soulever la voiture sur les patins *(fig. 36)*.

La vitesse de la marche est, à la montée, de 12 *km* et à la descente de 8,5 *km* à l'heure.

Au-dessus de cette rampe maximum d'environ 100 *mm* par mètre, il y a lieu d'employer une disposition spéciale.

On peut se servir, comme aux États-Unis, à Providence, à Portland et à San Francisco, d'un câble sans fin enroulé sur une

Fig. 36. Frein à griffes employé sur le Tramway du Hâvre



poulie à la partie inférieure et supérieure de la rampe. Sur un des câbles est fixé un contrepoids destiné à équilibrer le poids de la voiture, soit que celle-ci monte ou descende la rampe; c'est sur le second câble que la voiture est reliée au moyen d'un grip.

On peut également se servir, et c'est le cas le plus général, d'une crémaillère. On emploie alors des moteurs à double réduction, à cause du peu de vitesse sur ces rampes.

Comme exemple, nous citerons le tramway de Barmen, de 1 630 *m* de longueur, avec rampes maximum de 18 0/0, où circulent, au moyen d'une crémaillère Riggenbach, des voitures à deux essieux actionnés par des moteurs à double réduction de 60 *ch*.

Les voitures à 20 places pèsent 9 *t* à vide et le courant est amené aux moteurs au moyen d'un trolley à archet.

La voie étant établie sur chaussée ordinaire, on a préféré se servir de la crémaillère Riggenbach, dont la pose est plus facile dans ces conditions.

La vitesse est de 6,5 *km* à l'heure.

Le freinage est obtenu, soit par le frein électrique, soit par un frein à ruban, manœuvré des plates-formes au moyen d'une vis et agissant sur un tambour cannelé fixé sur l'essieu. De plus,

les voitures sont munies d'un frein automatique agissant dès que la vitesse dépasse 3,50 *m* par seconde. Enfin, en cas de déraillement, les roues dentées échappent à la crémaillère, un frein à patins agit sur les rails, en avant des roues.

En dehors des tramways, nous pouvons citer, en Europe, l'application de la crémaillère au chemin de fer électrique de Laon, du mont Salève, à celui de Zermatt-Gornergrat, à celui de Stans à Engelberg et à celui en construction de la Jungfrau.

Dépenses de traction des différents systèmes de tramways mécaniques.

L'établissement des prix de traction n'est pas chose facile. Une foule de circonstances très variables interviennent, et il n'est pas toujours aisé d'en tenir compe d'une manière exacte.

La résistance des voitures ne peut être évaluée que d'une manière assez approximative; elle dépend de l'état de la voie, de la forme des rails, des dimensions et du graissage des fusées des essieux des voitures, de la suspension de celles-ci, toutes choses dépendantes de la ligne et, parfois même, d'une section de ligne considérée; elle est donc variable. Il est certain que la résistance est plus grande pour un réseau urbain où les rails à ornière sont toujours la règle, que pour un réseau suburbain où l'emploi du rail Vignoles est fréquent. Néanmoins, comme il était indispensable de prendre une base commune pour les différents systèmes que nous étudions et que, de plus, ce sont les tramways urbains desservant les grandes villes que nous avons en vue, nous avons admis, en nous basant sur des expériences et des résultats pratiques, une résistance de 13 *kg* par tonne en palier pour les automotrices et 8 *kg* pour les voitures de remorque.

Ce sont du reste, croyons-nous, les chiffres admis par la Compagnie Générale des Omnibus.

En plus de cette résistance en palier, il faut tenir compte *des résistances supplémentaires* qui varient avec le tracé et le profil de la ligne, avec les démarrages, etc.

Cette résistance supplémentaire atteint sur certaines lignes très accidentées desservant des rues fréquentées, le chiffre de 4 *kg* par tonne. Nous n'avons cependant pas cru devoir prendre ce chiffre, un peu exceptionnel et nous avons admis une résistance supplémentaire de 3 *kg* par tonne.

C'est donc le chiffre, de 13 *kg* + 3 *kg* = 16 *kg* que nous avons

pris comme base, pour la *résistance totale* des divers systèmes d'automotrices que nous examinons.

Ce chiffre, selon nous, est une bonne moyenne pour le réseau urbain d'une grande ville et un maximum, rarement atteint, pour un réseau suburbain.

Pour les voitures, nous avons admis une capacité de 50 places et, comme poids, celui des voitures actuellement en service pour le système considéré.

C'est en partant de ces bases que nous avons établi les *frais de traction* pour les divers systèmes dont l'usage est aujourd'hui le plus répandu, au moins à Paris. Bien que la locomotive sans foyer semble s'appliquer plus spécialement, selon nous, aux lignes suburbaines et secondaires, nous avons cependant donné le prix de revient de ce système que nous avons sous les yeux dans Paris entre la place de l'Étoile et la porte Maillot. Quant au système funiculaire, applicable seulement dans des cas exceptionnels : intensité excessive de trafic, jointe à de très fortes rampes, nous l'avons intentionnellement laissé de côté, ainsi que les tramways à gaz dont l'emploi est encore trop restreint et sur lesquels les renseignements sont insuffisants pour établir un chiffre exact représentant les frais de traction.

Nous ne nous sommes occupés que des frais de traction proprement dits, en laissant de côté les dépenses résultant de l'*amortissement et de l'intérêt des capitaux engagés*, dépenses qui, bien entendu, doivent entrer en ligne de compte. Mais ces dernières dépenses sont trop variables, suivant les circonstances, pour qu'on puisse les établir d'une manière équitable en vue d'une *comparaison générale*. Le prix des terrains occupés par les usines centrales, les ateliers, etc., varie trop d'un endroit à un autre pour être estimé autrement que dans un cas particulier. Les bâtiments eux-mêmes varient d'importance et d'étendue suivant les cas; leur prix de construction est extrêmement variable et délicat à apprécier. Il en est de même des machines productrices de l'énergie, ainsi que de l'outillage des ateliers. Nous estimons, cependant, qu'on peut admettre, suivant le système de traction adopté, un chiffre variant de 0,10 *f* à 0,20 *f* par kilomètre-voiture, pour les dépenses afférentes à l'amortissement et à l'intérêt du capital engagé.

Ceci posé, nous chercherons à établir, aussi exactement que possible, les *frais de traction* par kilomètre-voiture, des systèmes les plus répandus à l'heure actuelle, en supposant toujours qu'il

s'agit de traction urbaine. Nos chiffres représenteront donc des maxima pour des réseaux suburbains.

Nous suivrons, pour cela, le même ordre que celui que nous venons d'adopter pour la partie descriptive de notre étude.

1° Système Rowan.

Le poids de la voiture étant de 14,7 *t*, en admettant un rendement de 80 0/0 pour le moteur à vapeur, le travail en chevaux à produire par kilomètre-voiture sera :

$$\frac{14{,}7 \times 16 \times 1\,000}{270\,000 \times 0{,}80} = 1{,}09 \text{ } ch.$$

La consommation de coke étant de 2,50 *kg* par cheval, nous aurons une consommation par kilomètre-voiture de :

$$1{,}09 \times 2{,}5 = 2{,}73 \text{ } kg.$$

La dépense de traction par kilomètre-voiture se décomposera alors ainsi qu'il suit:

Combustible : 2,73 *kg* à 0,04 *f*	0,109 *f*
Huile, graissage et eau	0,015
Entretien du matériel roulant, moteurs, ateliers, personnel des ateliers, etc	0,110
Salaire du mécanicien.	0 080
Dépense de traction par kilomètre-voiture.	0,314

2° Système Serpollet.

Une voiture de 50 places pesant 14,80 *t* et le rendement du moteur pouvant être admis de 75 0/0, le travail en chevaux, par kilomètre-voiture, sera :

$$\frac{14{,}80 \times 16 \times 1\,000}{270\,000 \times 0{,}75} = 1{,}17 \text{ } ch.$$

La consommation de coke étant de 2 *kg* par cheval, nous aurons par kilomètre-voiture la consommation suivante :

$$1{,}17 \times 2{,}00 = 2{,}34 \text{ } kg.$$

La dépense de traction par kilomètre-voiture s'établira donc comme il suit :

Combustible : 2,34 *kg* à 0,04 *f*	0,094 *f*
Huile, graisse et eau	0,020
Entretien du matériel roulant, moteurs, ateliers, personnel des ateliers	0,150
Salaire du mécanicien.	0,080
Dépense de traction par kilomètre-voiture.	0,344 *f*

3° Système Lamm et Francq.

Nous admettrons, pour établir le prix de traction, que le train se compose normalement de trois voitures pesant chacune 8 *t*, remorquées par une locomotive pesant 16 *t*, soit un poids total de 40 *t*. Cette composition est, d'ailleurs, celle du train type du tramway de la place de l'Étoile à Saint-Germain.

Nous prendrons, comme précédemment, une résistance totale par tonne de 16 *kg* pour la locomotive et de (8 + 3) = 11 *kg* pour les voitures remorquées. Le rendement de l'appareil moteur de la locomotive est supposé égal à 85 0/0.

La force en chevaux développée par kilomètre parcouru sera :

$$\frac{(24 \times 11 + 16 \times 16)\,1\,000}{270\,000 \times 0{,}85} = 2{,}26 \text{ ch},$$

et comme la quantité de charbon nécessaire pour produire un cheval-vapeur, dans la chaudière de l'usine centrale, peut être estimée par expérience à 3,12 *kg*, la dépense de combustible par kilomètre-train sera : 2,26 × 3,12 = 7,05 *kg*.

Les frais de traction pourront alors être établis comme il suit :

Combustible : 7,05 × 0,025 *f*	0,176 *f*
Graissage, nettoyage	0,020
Entretien du matériel de traction et roulant, ainsi que de celui de l'usine centrale, salaire du personnel des ateliers.	0,130
Salaire des mécaniciens.	0,080
Dépense de traction par kilomètre-*train*. .	0,406 *f*

Il y a lieu de remarquer que cette dépense est rapportée au kilomètre-*train*, composé de trois voitures contenant chacune 52 places, soit en tout 156 voyageurs.

4° Système par l'Air comprimé.

Avec une résistance de 17,65 *kg* par tonne qui est celle de la ligne de « Vincennes-Saint-Augustin » et un poids de voiture de 14 *t*, la consommation d'air par kilomètre est de 10,35 *kg*. Le travail produit à la jante des roues, par kilogramme d'air, est de 23 874 *kgm*.

Dans notre cas, avec une résistance de 16 *kg* par tonne, nous aurons une consommation d'air par kilomètre de :

$$\frac{14 \times 16 \times 1\,000}{23\,874} = 9{,}39 \text{ kg}.$$

Le prix de revient de la tonne d'air comprimé à 60 *kg*, amortissement non compris, est de 18 *f*. Ce prix s'applique à Paris; il comprend le combustible, l'eau, le graissage, le personnel et la main-d'œuvre, ainsi que les pertes dans la canalisation, la main-d'œuvre de chargement et de réchauffage de l'air. La dépense par kilomètre-voiture pesant 14 *t*, se décompose alors ainsi :

Dépense d'air comprimé : 9,39 *kg* à 0,018 *f*.	0,169 *f*
Entretien du matériel roulant, moteurs, graissage	0,110
Salaire du mécanicien	0,080
Dépense de traction par kilomètre-voiture.	0,359 *f*

5° Système par Trolley.

En admettant 10 *t* pour le poids d'une voiture à 50 places et un rendement total de 44 0/0 entre l'effort à la jante des roues de la voiture et celui produit par la machine à vapeur de l'usine, chiffre qui représente une moyenne, en tenant compte des variations considérables d'efforts produites sur la ligne, on aura comme force en chevaux à produire à l'usine par kilomètre-voiture :

$$\frac{16 \times 10 \times 1\,000}{270\,000 \times 0{,}44} = 1{,}346 \text{ ch},$$

ce qui représente, en watts-heure :

$$1{,}346 \times 75 \times 9{,}80 = 1 \text{ kilowatt-heure}.$$

Nous admettrons comme prix du kilowatt-heure le chiffre de 0,08 *f*, la valeur réelle des chiffres variant de 0,06 *f* à 0,10 *f* suivant l'importance de l'usine génératrice, d'après les renseignements qu'a bien voulu nous fournir M. de Marchena.

La dépense totale par kilomètre-voiture se décomposera donc comme il suit :

Force motrice : 1 kilowatt-heure à 0,08 . . .	0,08 *f*
Entretien et réparation des voitures et moteurs.	0,05
Salaire du wattman	0,08
Dépense de traction totale par kilomètre-voiture.	0,21 *f*

A ce chiffre, il nous paraît nécessaire et équitable d'ajouter le prix d'entretien du fil aérien qui doit entrer dans les frais de traction. En estimant cette dépense à 0,01 par kilomètre-voiture, on obtient le chiffre total de 0,22 *f*.

6° Système par Accumulateurs.

D'après les renseignements qui nous ont été donnés, les frais de traction des voitures à accumulateurs électriques peuvent s'établir comme il suit :

Force motrice.	0,08 *f*
Entretien et manutention des accumulateurs .	0,10
Entretien et réparation des voitures et des moteurs	0,05
Salaire du wattman.	0,08
Dépense de traction par kilomètre-voiture.	0,31 *f*

Nous ajouterons que la Société de Traction a entrepris à forfait, pour le prix de 0,40 *f* par kilomètre-voiture, la traction de la ligne Saint-Denis-Opéra. Le prix forfaitaire pour la ligne de la Madeleine-Courbevoie-Neuilly est de 0,38 *f* par kilomètre-voiture.

Le tableau suivant résume les différents *prix de traction* dont nous venons d'indiquer le détail. Nous les avons classés en commençant par le prix le plus bas.

Trolley	0,220 *f*
Accumulateurs.	0,310
Rowan	0,314
Serpollet.	0,344
Air comprimé	0,359
Lamm et Francq	0,406

Ce dernier chiffre est rapporté au train-kilomètre contenant 156 voyageurs.

DEUXIÈME PARTIE

VÉHICULES SUR ROUTES

Bien que toute récente, la question des transports en commun sur routes a déjà pris une place assez importante pour qu'il soit utile d'en faire l'objet de la deuxième partie de notre étude.

Chaque année, la Société a été tenue au courant des progrès des voitures automobiles lourdes destinées aux transports en commun, principalement par le compte rendu des concours de l'Automobile-Club de France, qu'en a fait, devant elle, M. l'Inspecteur général Forestier, Président de la Commission technique de cette Société d'encouragement.

Ces concours nous ont montré comment se comportaient des omnibus, des camions, des trains automobiles, dans des conditions se rapprochant de la pratique par certains points. En effet, M. Forestier indiquait que, à l'encontre de ce qui se fait dans les concours automobiles de Liverpool, les véhicules chargés devaient recommencer un nouvel itinéraire plusieurs fois, afin de déterminer des moyennes aussi exactes que possible; en 1897 et 1898, les voitures parcouraient deux fois chacun des trois itinéraires; cette année, ceux-ci ont été réduits à deux, qui ont été parcourus chacun trois fois.

Cependant les calculs du prix de revient qu'indiquent les rapports ne peuvent être basés actuellement que sur des chiffres encore un peu théoriques. Les transports en commun n'existent-ils donc pas en réalité ? Nous allons montrer, au contraire, qu'il se crée dans toute la France des services publics, mais ils n'ont pas encore une assez longue existence pour que leurs résultats soient publiés et qu'on puisse en tirer profit.

Nous voulons d'abord faire l'exposé de ce qui a été fait depuis deux ans comme services publics par automobiles sur routes.

Chapitre Premier

Services publics par automobiles.

Depuis le concours des Poids Lourds d'août 1897, un certain nombre de services publics pour le transport des voyageurs et

même des marchandises ont été créés. Quelques-uns. il est vrai, établis à titre d'essai, ont déjà cessé d'exister, mais c'est là une particularité fondamentale du service par automobiles qu'il peut se transporter en une autre région sans frais importants, puisque rien ou presque rien ne l'attache à un parcours déterminé.

Pour montrer que les services publics ne sont pas un mythe, nous donnons la liste (que nous avons essayé de mettre par ordre d'ancienneté) des principales Sociétés qui ont pour but ces services.

1° *Société des Voitures Scotte* qui a créé, en 1897, le premier service public entre le pont de Courbevoie et Colombes, duree 14 mois;

2° *Société d'Études d'Omnibus et de Voitures automobiles*, fondée en 1898;

3° *Société Générale de Transports publics automobiles* dans la Drôme, l'Ardèche, la Gironde, la Seine-et-Marne, etc.;

4° *Entreprise de Transports par automobiles « La Provençale »*, service d'Aix à Salon et Cavaillon;

5° *Société des Automobiles de Franche-Comté*, siège à Quingey, près Besançon;

6° *Compagnie Française des Trains routiers*, service à Saint-Brieuc;

7° *Société des Transports automobiles de Chalon-sur-Saône;*

8° *Société anonyme des Automobiles meusiennes*, service de Stenay à Montmédy;

9° *Société des Transports automobiles de la Haute-Saône et extensions*, service entre Port-d'Atelier et Passavant;

10° *Société anonyme Stéphanoise de Traction automobile*, à Saint-Étienne;

11° *Compagnie d'Omnibus et de Transports automobiles*, à Melun;

12° *Société des Automobiles du Sud-Ouest*, à Barbezieux; cette Société au capital de 600 000 *f* est en formation;

13° *Compagnie Générale des Services municipaux et départementaux;*

14° *Société des Automobiles de la Côte-d'Or*, à Dijon, service d'essais;

15° *Société Franco-Russe*, dans le Var;

16° *Sociedad anonyma de Automobil Vitoriana*, a Vittoria, etc., etc.

Ces Sociétés, et d'autres dont nous n'avons pu relever le nom exact, des particuliers même ont organisé des services publics pour les transports en commun que nous allons passer rapidement en revue par départements :

Alpes-Maritimes. — Un vaste réseau est en voie d'organisation autour d'Antibes, de Nice et de Menton. Une voiture de Dion-Bouton circule de Monte-Carlo à Menton à titre d'essais.

Ardèche. — Des essais ont été faits, dès 1897, dans ce département au moyen de trains Scotte; puis en 1898, ils ont été repris et l'on se propose d'établir les services suivants :

1° Pont de Labeaume, Vals, Aubenas, Largentière, Saint-Paul-le-Jeune (35 *km*); 2° Bellevue, Barjac, Bessèges (28 *km*); 3° Montélimar, Le Teil, Viviers (8 *km*).

Ardennes. — Un service d'automobiles a fonctionné entre Sedan et Bouillon (Belgique); les voitures à 20 places étaient du type anglais Lifu; moteur à vapeur de 25 *ch*; chaudière chauffée au combustible liquide.

Aube — Un service est en organisation d'Arcis-sur-Aube à Brienne (34 *km*) pour voyageurs et marchandises; l'exploitation se fait au moyen de trains Scotte.

Bouches-du-Rhône. — Une des entreprises d'automobiles qui donne les résultats les plus rémunérateurs est celle de la Provençale organisée par M. Mas. La ligne d'Aix-en-Provence à Salon a une longueur de 39 *km*; elle dessert le bourg important de Lambesq; elle doit être prolongée de Salon à Cavaillon (Vaucluse).

Le service se fait au moyen de trois omnibus de Dion-Bouton *(fig. 12, Pl. 227)* de 30 *ch*, à 22 places, réparties en deux classes. En semaine, deux voitures sont en route, elles font chacune trois trajets simples, soit au total 108 *km* par jour; le dimanche on fait circuler la troisième voiture de réserve. L'exploitation est rémunératrice parce que le trafic est à peu près le même dans les deux sens, que le coke n'est pas cher et que l'eau d'alimentation est très pure, ce qui permet de n'effectuer le nettoyage de la chaudière qu'à de longs intervalles.

Calvados. — Service régulier depuis le 1er décembre 1898 entre Condé-sur-Noireau et Vire par Vassy (27 *km*), deux omnibus à 22 places de Dion-Bouton; un service de marchandises a été effectuéau moyen du camion tracteur de 10 *t* qui a figuré aux concours des Poids Lourds de 1898 et 1899.

Un autre service, mais qui n'a lieu qu'en été, a été organisé entre Trouville et Villers, au moyen de trains Scotte (longueur 9 *km*).

Charente. — Au commencement de cette année a été créée la Société des Automobiles du Sud-Ouest, qui a obtenu la concession de douze à quinze lignes dans le département de la Charente; ces lignes rayonnent autour d'Angoulême et de Barbezieux. Les voitures, d'un type spécial, sont à vapeur, chauffées au coke; elles contiennent 20 places d'intérieur et 4 de plateforme avec galerie pour les bagages; le premier spécimen est en essai; la Société compte commencer ses exploitations au printemps de 1900.

Côte-d'Or. — Un service est en organisation à Dijon, Gevray et Nuits; un service d'essai a été fait au moyen de trains Scotte entre Dijon et Gevray-Chambertin.

Drôme. — Un service régulier s'effectue de Valence à Crest sur une longueur de 30 *km* au moyen de trains Scotte. Des services sont en organisation de Montélimar à Crest (20 *km*) et à Nyons (25 *km*).

Deux-Sèvres. — Des essais satisfaisants ont été faits à Niort par la Compagnie des Voitures Scotte, mais nous ne pensons pas qu'un service soit encore créé.

Doubs. — A la fin de 1898, un service a été concédé entre Salins et Besançon avec un prolongement jusqu'à Marchaux (48 *km* environ). Le trafic doit s'effectuer au moyen de trois voitures de Dion-Bouton à 16 places.

Eure. — Service entre Gaillon et Vernon en projet.

Gironde. — Les trains Scotte circulent dans la Gironde, depuis mars 1899, de Libourne à Saint-André-de-Cubzac (20 *km*) et de Libourne à Guitres (15 *km*). La Société exploitante a demandé au département d'étendre son réseau autour de Bordeaux.

Hautes-Alpes. — Le 15 décembre dernier a été donnée la concession de la gare de Prunières à la Condamine-Chatelard par Barcelonnette (53 *km*). Cette ligne de montagne sera desservie par des omnibus de Dion-Bouton.

Haute-Marne et Marne. — Un service de Vitry-le-François à Saint-Rémy-en-Bougemont (Marne) et Éclaron (Haute-Marne) est en voie d'organisation, les subventions ont été votées.

Haute-Saône. — Un service de trains Scotte fonctionne depuis plusieurs mois de Port-d'Atelier à Passavant (32 *km*).

Loire. — Des services sont en voie de création aux environs de Saint-Étienne; cinq voitures de 22 places sont en construction chez de Dion-Bouton.

Meuse. — D'intéressants essais ont été faits par le service des Ponts et Chaussées dans la Meuse, au moyen de trains Scotte, pendant les hivers 1896 et 1897. Depuis avril 1899 fonctionne le service de Stenay à Montmédy (19 *km*) au moyen de deux omnibus de Dion-Bouton de 25 *ch*, faisant un trajet journalier de 60 *km* environ; une troisième voiture de rechange de 30 *ch* fait le service le dimanche.

Saône-et-Loire. — Un service a été inauguré en août 1898 entre Chalon-sur-Saône et Bourgneuf (*fig. 11, Pl. 227*), il est exploité au moyen de trains Scotte. Le service se fait maintenant entre Chalon et Couches-les-Mines.

Seine et Seine-et-Oise. — Nous avons vu plus haut que, en 1897 et 1898, pendant quatorze mois, un service a fonctionné du pont de Courbevoie à Colombes; il était assuré par deux trains Scotte avec un troisième de rechange.

Un service de gare se fait le dimanche entre la gare de Morsang-sur-Orge et le parc Beauséjour, au moyen d'un grand omnibus à impériale de Dion-Bouton, qui a même obtenu l'autorisation de circuler dans Paris. Cet omnibus, muni d'un moteur de 50 *ch*, remorque un autre omnibus soit un poids utile de 10 *t*.

Seine-et-Marne. — Des services d'été sont organisés de Fontainebleau à Barbizon (13 *km*) et de Fontainebleau à Marlotte (14 *km*) depuis août 1899. Les trains Scotte assurent ce service. Une série d'autres services sont en organisation autour de Melun.

Var. — La Compagnie des Tramways du Var et du Gard qui exploite notamment les tramways électriques de Toulon, a créé, au commencement de 1899, divers services d'omnibus automobiles de Dion-Bouton entre Toulon et le cap Brun. Des services entre Hyères, Toulon et Saluce sont également exploités au moyen d'omnibus de Dion-Bonton.

On a mis en service sur ces lignes deux omnibus ordinaires et trois grands omnibus à impériale de Dion-Bouton analogues à celui de Paris-Beauséjour.

Un autre service va être inauguré, s'il ne l'est déjà, de Draguignan au Muy (13 *km*) et de Draguignan à Vidauban (18 *km*) au moyen de trains Scotte.

Enfin, un service est projeté au moyen d'omnibus de Dion-Bouton entre Toulon et Draguignan.

Yonne. — Un service est organisé entre Sens, Nogent-sur-Seine (Aube) et Villenauxe au moyen de véhicules Scotte.

Algérie. — Des trains Scotte font un service d'essai depuis plusieurs mois dans la province de Constantine, principalement pour les transports de marchandises.

Étranger.

Espagne. — Service d'Irun à Pampelune, par Elizondo, traversée des Pyrénées, 106 *km*, service en exploitation au moyen de 7 omnibus de Dion-Bouton de 16 places, 25 *ch*. Un service de Pampelune à Estella est également en fonctionnement.

Service de Vittoria à Lemona (15 *km* de Bilbao par chemin de fer), trajet montagneux de 80 *km* environ; 4 omnibus de 16 places, de Dion-Bouton, viennent d'être mis en service; poids 4 200 *kg*.

On annonce la création d'un service entre Figueras et Rosas (province de Gerona), par des omnibus à 9 places; moteur 8 *ch*, au sujet desquels nous n'avons pas d'autres renseignements.

Angleterre. — Service par trains Scotte de Cevoinster à Fairford (13 *km*).

Autriche. — Service de 26 *km*, à Edlitz, assuré par un omnibus de Dion-Bouton.

Grand-Duché du Luxembourg. — Réseau général en vue d'organisation pour remplacer les antiques diligences encore en usage.

Italie. — Service en organisation à Milan.

Services de ville. — Tous les services que nous venons de mentionner sont suburbains, c'est-à-dire qu'ils desservent des localités éloignées entre elles de plusieurs kilomètres; peu d'essais ont été faits jusqu'ici dans des villes, parce que le problème est plus complexe.

Cependant, il convient de citer que la Compagnie des Tramways et Omnibus de Bordeaux, a mis à l'essai des omnibus automobiles à l'intérieur de la ville.

A Paris, il a été question de créer des omnibus électriques pour le service de la gare Saint-Lazare, mais il ne s'agissait ici que de petits omnibus pour 4 ou 6 voyageurs et leurs bagages, faisant un parcours journalier de 150 *km*.

En Allemagne, quelques essais ont été faits, tout dernièrement, avec un omnibus électrique de 18 places pesant 5 *t* en charge. Les roues d'arrière sont motrices, chacune d'elle est actionnée par un moteur Siemens et Halske. La direction se fait par un petit servo-moteur électrique qui agit sur le train d'avant. La batterie du type Pollack est rechargée aux stationnements au moyen d'archets prenant le courant des tramways de la ville.

En Angleterre, des essais ont été faits à Londres, en 1898 et 1899 et un service a été créé en septembre dernier entre Kennington Gate et Victoria Station, avec trois voitures de 26 places mues par moteurs Daimler de 12 *ch.*

L'omnibus à vapeur D. Martyn contient 25 à 30 places; les voyageurs sont placés dos à dos, comme sur les impériales de nos tramways, les banquettes servent de réservoir d'eau. La chaudière tubulaire, la soute à coke et le moteur pilon à deux cylindres, sont placés à l'arrière, les transmissions se font aux roues d'arrière par des chaînes Galle. Signalons enfin l'omnibus norvégien Irgens à avant-train moteur-directeur d'une forme originale.

Tel est l'exposé aussi complet que possible des services publics par automobiles organisés, ou en voie d'organisation en France et à l'Étranger; nous constatons avec plaisir, que la plus grande partie des véhicules en service sortent des maisons de construction françaises de MM. de Dion et Bouton et de la Société des Voitures Scotte.

Chapitre II

Description des divers Véhicules employés.

Nous ne ferons pas une description détaillée des divers véhicules en usage pour les transports en commun sur routes, parce que nos Collègues ont pu trouver des renseignements intéressants à ce sujet dans les rapports des Concours des Poids Lourds de 1897, 1898, et ils en trouveront dans celui de 1899, quand il sera publié.

Observons, d'abord, que les véhicules à voyageurs sont très analogues souvent aux véhicules à marchandises, dont ils ne diffèrent que par la multiplication du mouvement. Par exemple :

Les trois véhicules de Dion et Bouton, de 1898, étaient à peu près pareils au point de vue mécanique, leurs machines et leurs

chaudières étaient du type 30 *ch*, leurs vitesses commerciales moyennes étaient de 14,8 *km*, 13,8 *km* et 11,1 *km*.

La voiture de livraison Panhard et Levassor, de 1898, était assez comparable à l'omnibus des mêmes constructeurs de l'année suivante ; l'un et l'autre étant destinés à porter 1 000 *kg* de charge, les mécanismes étaient très analogues.

Les trains Scotte, à voyageurs et à marchandises, étaient analogues comme mécanismes moteurs ; leurs vitesses moyennes, en 1897, ont été 10,5 *km* et 7 *km* à l'heure, leurs charges respectives de 2 500 et 4 200 *kg*.

Nous ne ferons donc qu'énumérer les véhicules de la locomotion sur routes pour poids lourds, en notant simplement les améliorations les plus récentes des véhicules destinés au transport en commun des voyageurs.

A titre historique, il convient de rappeler que, dès 1894, prenaient part aux courses du *Petit Journal*, trois véhicules destinés aux transports en commun : le tracteur de Dion-Bouton, le break Le Blant et l'omnibus Scotte, sans que nous puissions indiquer quel système a le droit de priorité.

Voici la liste des véhicules qui ont été construits pour les Poids Lourds :

1° Omnibus ou Breaks à vapeur des systèmes :
- Cambier.
- Chaboche.
- de Dion-Bouton.
- Gandon.
- V. Purrey.
- Scotte.
- Serpollet,
- Weidkneicht.

2° Omnibus ou Breaks à essence :
- de Dietrich.
- Panhard et Levassor.
- Roser-Mazurier.

3° Trains à vapeur système :
- Le Blant.
- Scotte.

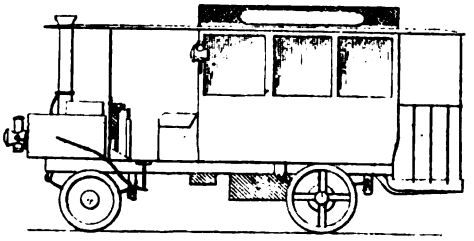
4° Divers systèmes étrangers.

I. — Omnibus de Dion-Bouton *(fig. 37)*. — Chaudière à tubes d'eau rayonnants à grande vaporisation, permettant les élévations rapides de pression qui favorisent les coups de collier ; chauffage au coke de gaz ordinaire par une trémie centrale. La vaporisation

moyenne de la chaudière de 6,4 m^2 de surface de chauffe à la pression de 14 à 18 *kg*, est de 450 *kg* d'eau à l'heure.

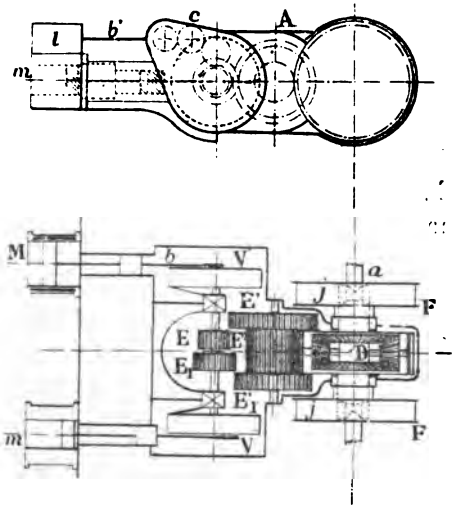
Cette chaudière est munie à sa partie inférieure, autour du foyer, d'un surchauffeur de vapeur vive constitué par un serpentin en fer noyé dans une masse de fonte afin d'assurer un grand volant de chaleur tout en empêchant la détérioration du serpentin. Pour les services de ville, on munit également la chaudière d'un surchauffeur d'échappement supprimant le panache de vapeur.

Fig. 37. Omnibus De Dion et Bouton (*Schema*)



Machine horizontale (*fig. 38*) à deux cylindres compound de deux types :

Fig. 38. Mécanisme de Dion



A. Type 25 *ch* . . . . Diamètre des cylindres, 110 et 170 *mm*
— Course des pisons, 120 *mm*.
B. Type 30 *ch* . . . . Diamètre des cylindres, 100 et 190 *mm*
— Course des pistons, 160 *mm*.
Vitesse par minute : 600 tours.
Pression moyenne : 14 *kg*.

D'année en année, les constructeurs améliorent la construction de leurs véhicules. Citons notamment parmi les derniers perfectionnements :

Les doubles presses-étoupes des cylindres empêchant toute introduction d'eau dans le carter de graissage. La cémentation des tiges de piston pour prévenir tout grippage. Presses-étoupes en fil de cuivre, etc.

II. — Omnibus Serpollet. — Cet omnibus à 14 places, a paru au Concours des Poids Lourds de 1898; il est caractérisé par son mode de production de la vapeur. La chaudière est à vaporisation instantanée, du système que nous avons décrit pour les tramways; sa surface de chauffe est de 7 m^2 et son volume d'eau total de 7 à 8 *l* seulement. Le combustible est de l'huile lourde de goudron de gaz brûlée dans des appareils injecteurs spéciaux. La vaporisation est de 200 *kg* de vapeur surchauffée à l'heure; on dépense un litre de combustible pour vaporiser 10,3 *l* d'eau.

III. — Omnibus Scotte. — Au Concours des Poids Lourds de 1897, un omnibus Scotte a satisfait aux épreuves; sa vitesse commerciale a été de 11 *km* à l'heure, sa charge utile étant de 1 200 *kg*.

IV. — Omnibus Weidkneicht. — Nous avons vu dans les ateliers de ce constructeur plusieurs omnibus analogues à celui qui a pris part au Concours des Poids Lourds de 1897, mais sans impériale *(fig. 9, Pl. 226)*. Nous n'avons pu savoir où ils avaient été mis en service, mais en juin 1899, l'un d'eux a eu un assez grave accident près de Roanne.

La principale caractéristique de ces omnibus est la direction par les roues d'arrière. Ils sont destinés au transport de 15 voyageurs avec bagages, soit 150 *kg* de charge utile, pesant à vide 1800 *kg;* la chaudière bien étudiée à 6 m^2 de surface de chauffe et le moteur à vapeur horizontal, une force de 20 *ch;* la vitesse de la voiture en palier est de 14 à 15 *km* à l'heure.

V. — Omnibus Cambier. — La maison Th. Cambier, de Lille, construit des omnibus à vapeur à impériale ou diligence de 22 places, dont 12 d'impériale ; elle avait d'abord essayé de résoudre le problème au moyen de moteur à essence, à 3 cylindres, mais a dû s'en tenir à la vapeur.

Le moteur est compound, de 15 à 18 *ch*, mais il peut marcher à pleine admission et fait alors une force de plus de 20 *ch*. Les

dimensions de la voiture sont 5 *m* × 2.47 *m*, voies de 2,08 *m*, empattement 2,85 *m*. Le poids en ordre de marche à vide est d'environ 5 *t;* la vitesse en palier est de 10 à 12 *km* à l'heure.

VI. — Break a essence de Diétrich. — MM. de Diétrich, de Lunéville, peuvent disposer leurs véhicules à marchandises en forme de breaks; on trouvera tous les renseignements utiles à ce sujet dans les rapports des concours de 1898 et 1899.

VII. — Omnibus Panhard et Levassor. — En 1899, au concours de Versailles, a circulé avec succès un élégant omnibus Panhard et Levassor qui a fourni une marche satisfaisante et régulière; on trouvera, par conséquent, tous les renseignements utiles dans le Rapport officiel de cette année.

VIII. — Omnibus Roser-Mazurier. — Ce système est caractérisé par un moteur compound, à 3 cylindres, utilisant dans deux des cylindres un mélange explosif produit au moyen de l'essence du commerce; sa puissance est de 9,5 *ch* à 550 tours. Cet omnibus a donné des résultats très économiques. (Voir Rapport des Poids Lourds 1898.)

IX. — Tracteurs Le Blant. — M. Le Blant a étudié depuis 1893, la question de la traction sur routes, au moyen de Tracteurs simples, véritables locomotives routières à vapeur, n'utilisant pas pour l'adhérence le poids de la charge.

Nous ne reviendrons pas sur le principe de ces véhicules qui ont été souvent décrits et qui ont fonctionné publiquement à différentes reprises. Nous avons vu qu'un service assez important avait été assuré dans les Côtes-du-Nord par les trains routiers du système Le Blant.

Les tracteurs *(fig. 10, pl. 226)* sont munis de chaudière tubulaire Niclausse, de 10 ou 16 m^2 de surface de chauffe, timbrée à 25 *kg*; le volume d'eau est d'environ 220 *l* en moyenne, grâce à un réservoir supérieur; l'inclinaison des faisceaux tubulaires est de 18 0/0 sur l'horizontale; les dimensions de la chaudière sont 1,51 *m* × 0,99 *m*, hauteur 1,30 *m*, elle est munie d'une grille de 79,66 cm^2 de surface avec partie mobile pour le décrassage.

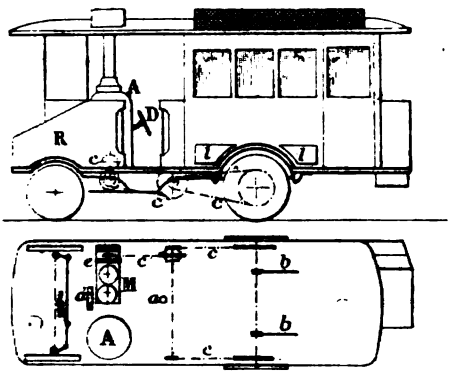
Le moteur, d'une force de 50 *ch* à 10 *kg* de pression et à la vitesse de 200 tours, a les dimensions suivantes :

Diamètre des cylindres	180 *mm*
Course des pistons	200 —

Les roues motrices ont un diamètre de 0,90 *m*, elles sont mues par chaîne Galle, la largeur de leur bandage est de 115 *mm*; voies des roues motrices, 1,42 *m*.

X. — Trains Scotte. — Le tracteur-porteur à vapeur Scotte *(fig. 39)* est d'un système bien connu qui comporte une chaudière genre Field et une machine-pilon placées à l'avant, avec une

Fig. 39. Omnibus Scotte



A Chaudière
M Machine
e Engrenages
c Chaînes
a, a' Pompes alimentaires
R Combustible
l Caisses à eau
D Direction
b Bielles de réglage

transmission par trois chaînes Galle. A la vitesse de 400 tours avec une pression de 14 *kg*, la machine développe :

à 35 0/0	d'admission	19 *ch*
75 0/0	—	27 —

A cette même vitesse du moteur correspondent les vitesses théoriques de marche de 5,2 *km* et de 8,2 *km* à l'heure.

Le tracteur du poids de 5 300 *kg* en charge contient 11 places, il remorque une voiture de 15 places, ce qui fait un poids total en charge de 9 500 *kg*.

La longueur du train est de 10 *m* environ, la largeur 1,75 *m*, les voies des roues du tracteur sont de 1,60 *m* et de 1,75 *m*.

Le système Scotte a le mérite d'une grande rusticité d'organes, la pratique a montré qu'il était susceptible d'être utilisé avec succès pour les services publics.

XI. — Système V. Purrey. — Ce système à vapeur qui s'applique également aux omnibus, n'a été utilisé jusqu'à présent que sur

des tramways à vapeur (Compagnie Générale des Omnibus, voir plus haut) et sur un camion ayant figuré au Concours des Poids Lourds de 1899.

Il comprend une chaudière genre de Temple, aquatubulaire chauffée au coke, qui peut être rapidement mise en pression et d'encombrement minime. Le moteur à deux cylindres inclinés est de la force de 30 *ch.* Le poids à vide est de 3 *t*, la charge utile transportée de 5 *t.* Vitesse moyenne : 9 *km* à l'heure.

XII. — Système Chaboche. — Signalons les véhicules à vapeur Chaboche, dont un exemplaire a pris part au Concours des Poids Lourds de 1899 (voiture de livraison). Ce système pourra être appliqué également aux transports en commun.

XIII. — Divers systèmes étrangers. — Nous nous contenterons de citer les principaux systèmes anglais qui ont pris part aux Concours de Liverpool, et qui peuvent être appliqués soit au transport des marchandises, soit à celui des voyageurs.

Véhicules de la Liquid Fuel Engineering C°. — Véhicules système Thornycroft. — Véhicules système Leyland ayant figuré au Concours des Poids Lourds en 1898. — Omnibus à pétrole de Londres. — Omnibus électriques de Berlin, etc., etc.

Chapitre III

Éléments des prix de revient des transports sur routes.

Les renseignements que nous allons indiquer au sujet des prix de revient des transports sur routes, ne peuvent être puisés qu'à un petit nombre de sources, en raison même de la nouveauté de la question.

Nous avons trouvé les bases de notre étude dans les Rapports officiels des Concours des Poids Lourds, d'une part, et dans les indications pratiques que nous avons pu recueillir près des exploitants.

Tout d'abord, nous allons rappeler très sommairement les résultats économiques des différents Concours des Poids Lourds.

Les Concours des Poids Lourds.

Concours de Versailles. — On sait que l'Automobile-Club de France a nommé, en 1896, une Commission qui élabora le programme et les règlements du premier Concours international qui a eu lieu en août 1897, et qui se renouvelle chaque année. Ce Concours est réservé aux Voitures automobiles destinées à transporter un minimum de poids de 1 *t* (voyageurs ou marchandises).

Les Concours des « Poids Lourds », ainsi nommés à cause du minimum de poids imposé, ont montré que l'industrie, encore toute nouvelle des automobiles, était à même de livrer au public des véhicules industriels pour les transports en commun des voyageurs et le camionnage des marchandises. M. Forestier, Président de la Commission, a présenté à la Société les résultats des divers Concours qui ont eu lieu jusqu'à présent (1).

Nous avons résumé dans les tableaux ci-après les différents renseignements que nous ont fournis les Concours.

CLASSIFICATIONS		SYSTÈMES	1897	1898	1899
Véhicules à voyageurs	Omnibus.	à vapeur.	de Dion-Bouton. Scotte. Weidknecht.	de Dion-Bouton. Serpollet. Leyland. de Dietrich.	de Dion-Bouton. (Purrey). (Chaboche).
		à essence.	Panhard et Levassor.	(Panhard et Levassor). Roser-Mazurier.	Panhard et Levassor. de Dietrich.
	Breaks.	à vapeur.	de Dion-Bouton Le Blant.	de Dion-Bouton.	
		à essence.	Maison Parisienne.		
	Trains.	à vapeur.	Scotte.		

Parmi ces véhicules, tous n'ont pas satisfait aux épreuves, nous avons résumé dans le tableau ci-après les renseignements les plus intéressants que l'on tire des Rapports.

(1) *Bulletins de la Société des Ingénieurs Civils de France*, décembre 1897, novembre 1898, août 1889. Rapports de M. G. Forestier à l'Automobile-Club de France.

	VITESSES MOYENNES GÉNÉRALES			CONSOMMATIONS journalières de COMBUSTIBLE à 2/3 de charge		PRIX DE REVIENT de la TONNE KILOMÉTRIQ. à 2/3 de charge	
	1897	1898	1899 (2)	1897	1898	1897	1898
	kilom. à l'heure	kilom. à l'heure	kilom. à l'heure	kilogr.	kilogr.	francs	francs
A vapeur :							
Omnibus De Dion-Bouton	14	14,5	19	247	343	0,30	0,25
Omnibus Serpollet . . .	—	12,3	—	—	183 l.	—	0,47
Omnibus Scotte	11	—	—	385	—	0,39	—
Breaks Leyland . . .	—	9,5	—	—	65 l.	—	0,73
A essence :				litres	litres		
Omnibus Panhard et Levassor.	10,5	14,2 (1)	12	48,6	44,5	0,45	0,39
Omnibus De Dietrich. .	—	11,5	8,5	—	40,4	—	0,45
Omnibus Rozer-Mazurier . .	—	9,5	—	—	16,8	—	0,52

(1) En réalité les chiffres sont ceux de la voiture de livraison portant 1 000 *kg*, très comparable à un omnibus.

(2) Chiffres approximatifs non officiels.

Rappelons que de la vitesse moyenne générale on calcule la vitesse commerciale en déduisant un certain laps de temps pour les arrêts qui auraient lieu en pratique. Quant à la consommation de coke, d'huile lourde ou d'essence, chiffres officiels, on en déduit les prix de revient qui ont été calculés par la Commission des Concours. Nous avons supposé, dans le tableau ci-dessus, que le véhicule transporte en moyenne les 2/3 de sa charge maxima, le chiffre de 2/3 est peut-être un peu au-dessus de la réalité, mais il correspond cependant, selon nous, au trafic d'une ligne de transports rémunératrice, c'est-à-dire dans laquelle le trafic de la semaine comprend deux à trois cinquièmes des places offertes et celui du dimanche correspond à une très grande affluence ; il se trouve, du reste, confirmé dans une certaine mesure par les statistiques des Compagnies parisiennes de Tramways (1).

Concours de Liverpool. — A côté du Concours de l'Automobile-Club, il convient de rappeler qu'en Angleterre plusieurs concours de voitures lourdes ont eu lieu. Le premier Concours de Liver-

(1) Sur toutes les lignes principales, le pourcentage des places occupées est de 60 à 70 0/0 des places offertes ; le pourcentage moyen varie selon les Compagnies de 40 à 55 0/0 en raison des lignes improductives imposées aux Compagnies par le monopole.

pool organisé en mai 1898 par la « Self propelled Traffic Association » a réuni trois concurrents qui ont présenté quatre intéressants véhicules.

La Liquid Fuel Engineering C° (par abréviation Lifu) avait un chariot à vapeur portant 4 *t*, la chaudière est à tubes d'eau contournés, chauffée au pétrole, la machine compound tourne en marche normale à 600 tours, cette vitesse est réduite dans la proportion de 8/1 entre le moteur et les roues.

Les véhicules système Thornycroft construits par la Steam Carriage et Wagon C°, de Chiswick, étaient au nombre de deux tout à fait semblables au point de vue mécanique : un tracteur-porteur à 6 roues, de 5 *t* et un camion simple de 3 *t*. La chaudière est à tubes d'eau concentriques, chauffée au coke, la machine compound est horizontale, la vapeur est condensée dans une batterie de tubes placés sur le toit de l'abri des conducteurs.

Le camion Leyland de 4 *t*, est encore un véhicule à vapeur chauffé au pétrole, la chaudière est à tubes d'eau verticaux, la machine compound verticale est du type pilon, la transmission se fait par 3 chaînes Renold. La voiture est munie d'un condenseur à surface placé sur le toit, dont le poids n'excède pas 50 *kg*.

I. — *Concours de Liverpool (mai 1898).*

NOMS	CHARGE utile	POIDS total en charge	VITESSE commerc. à l'heure	CONSOMMATION par kilomètre		HYPOTHÈSE A		HYPOTHÈSE B	
				Pétrole	Charbon	Parcours journalier en charge	Prix de revient par tonne kilom.	Parcours journalier en charge	Prix de revient par tonne kilom.
	kg	*kg*	*km*	*l*	*kg*	*km*	*f*	*km*	*f*
Lifu	2 235	5 425	11,29	1,84		56	4,01	113	2,72
Thornycroft n° III .	4 806	9 703	4,49		5,35	56	2,40	45	2,80
Thornycroft n° IV .	2 570	6 258	8,40		2,61	56	3,60	84	2,68
Leyland.	4 125	7 528	7,16	1,50		56	1,85	71	1,61

En juin 1898, un essai comparatif a éfé fait sous les auspices de la Société Royale d'Agriculture, sur trois véhicules.

Deux d'entre eux, système Thornycroft et Leyland avaient figuré au Concours de Liverpool, le troisième était une voiture système Daimler (moteur à explosion) très analogue à ceux construits en France par la Société Panhard et Levassor.

II. — *Concours de la Société Royale d'Agriculture* (juin 1898).

	MOTEURS A VAPEUR		MOTEUR A EXPLOSIONS
	Lancashire Steam Motor C° Leyland	Steam Carriage and Wagon C° Thornycroft	Système Daimler
Poids total	6 645 *kg*	7 002 *kg*	2 530 *kg*
Combustible consommé	106,6 *l*	381 *kg*	12,757 *l*
Prix du combustible par tonne kilométrique	0,047 *f*	0,043 *f*	0,028 *f*
Coefficient de frottement	1,27	1,31	1,44
Vitesses moyennes à l'heure	10,42 *km*	9,97 *km*	12,58 *km*
Puissance effective en palier	9,5 *ch*	8,3 *ch*	2,7 *ch*
— en rampe	15,4 *ch*	14,9 *ch*	6,2 *ch*

En 1899, le Concours de Liverpool a réuni d'assez nombreux concurrents; les véhicules qui ont pris part au concours étaient tous à vapeur.

Nous avons réuni dans le tableau III les renseignements principaux sur ces véhicules.

Ayant ainsi résumé tous les documents officiels, il nous reste à montrer quelles sont les principales conditions dans lesquelles les services publics sur routes ont leur raison d'être.

L'automobile n'a certes pas la prétention de supplanter les chemins de fer économiques ni même les tramways, parce que là où le trafic et la nature du tracé permettent l'établissement d'un transport sur rails, la voiture automobile sur routes ne peut lutter au point de vue de l'économie (1).

Cependant il est nombre de cas où l'établissement d'un service sur rails est difficile, ou n'est pas compatible avec la prudence qui doit être de règle dans les affaires industrielles.

Par exemple, lorsque les voies à emprunter pour le service présentent une largeur insuffisante ou des rétrécissements qui sont gênants pour l'installation d'une voie ferrée en accotement

(1) On reproche parfois à l'automobile lourde de détériorer les routes, il est incontestable qu'une roue motrice doit affecter la chaussée plus qu'une roue porteuse. Toutefois lorsqu'on sera arrivé à réduire le poids mort et quand on pourra faire des roues de diamètre un peu grand présentant une solidité suffisante, il est probable que la détérioration ne sera pas beaucoup plus grande que celle que produisent les gros fardiers et les pieds des chevaux, principalement aux démarrages.

III. — *Concours de Liverpool (1899).*

SYSTÈME	POIDS à VIDE	DIAMÈTRE des ROUES MOTRICES (arrière)	MODE DE CHAUFFAGE	MACHINE		OBSERVATIONS
				DIAMÈTRE des cylindres	COURSE	
	kg	*m*		*mm*	*mm*	
Coulthard	2 230	0,889	Combustible liquide.	70, 104, 102	127	Roues métalliques. Condenseur.
Leyland	2 896	0,990	Combustible liquide.	70, 127	152	Analogue au véhicule de 1898. Condenseur.
Bayleys	3 000	0,889	Coke.	»	»	Très analogue au système de Dion et Bouton.
Clarkson.	3 000	0,925	Combustible liquide.	70, 152	101	Condenseur.
Thornycroft I	3 000	0,990	Coke.	»	»	Camion. Condenseur.
Thornycroft II.	3 200	0,990	Coke.	»	»	Camion remorquant un autre chariot.

ou même en chaussée, enfin lorsque les rampes dépassent une certaine limite, l'automobile peut avoir sa raison d'être au lieu d'un tramway; c'est ce qui s'est produit, par exemple, sur la ligne accidentée de Condé à Vire et sur les trajets longs et montagneux du Nord de l'Espagne.

Un autre cas, et non des moins fréquents, est celui dans lequel on ignore exactement quel sera le trafic possible d'une ligne dont on demande la concession. L'automobile fournit le moyen très simple, de faire à peu de frais un service d'essai, au moyen duquel on « tâtera » le trafic, quitte à transporter les voitures en un autre endroit si le service d'essai ne donne pas les espérances attendues.

Ceci nous amène donc tout naturellement à parler des causes qui influent sur les prix de revient des transports sur routes.

Ces prix de revient sont relativement élevés comme l'ont montré les chiffres officiels de l'Automobile-Club de France et aussi les renseignements de la pratique. Cette élévation est due à quatre causes que nous allons passer en revue successivement :

1° *Prix d'achat.* — Les prix d'achat des véhicules automobiles sont les suivants :

Omnibus de Dion-Bouton	22 000 *f.*
— Serpollet	18 000
— Scotte	22 000
Break Leyland.	10 000
— de Dietrich	12 000
Omnibus Panhard et Levassor. . .	18 000 à 20 000
— Rozer-Mazurier	18 000

Ces prix varient naturellement selon la capacité de la voiture et les constructeurs; ces prix s'abaisseront probablement dans l'avenir de 15 à 20 0/0.

Un élément assez important du prix de revient qui est fonction du prix d'achat, est le chapitre : *Intérêt du capital engagé et amortissement du matériel.*

En ce qui concerne le capital engagé il ne comprend guère, outre le fonds de roulement, que le prix d'achat des véhicules, et tel service peut très bien fonctionner avec trois grands omnibus et un capital ne dépassant pas 80 000 *f.* Or il ne faut pas, à notre avis, compter dans une affaire industrielle sérieuse l'intérêt du capital à moins de 5 0/0.

Le matériel comprend les voitures et les pièces de rechange importantes (chaudière de secours, moteur en réserve, trains de roues de rechange, etc.); ce matériel doit être rapidement amorti pour deux raisons :

D'abord, c'est que l'usure des pièces soumises aux vibrations provenant des inégalités de la route est bien plus considérable que dans les machines fixes, et même les automotrices sur rails; ensuite, c'est qu'en raison même des progrès de l'industrie automobile, un véhicule trop vieux n'aura plus de valeur.

Pour ces raisons, nous estimons qu'en dix ans, au maximum, le matériel doit être considéré comme usé ou invendable autrement qu'à l'état de ferraille. L'amortissement ne doit donc pas être évalué à moins de 10 0/0 du capital d'achat du matériel.

Sur ce premier chapitre comprenant les deux sous-chapitres : Intérêt et amortissement, nous estimons que l'évaluation à 15 0/0 doit être le minimum admis dans la pratique.

2° *Entretien et réparations.* — C'est là un chapitre des plus importants, sinon le plus important du prix de revient. Il se réduit à peu de chose dans la traction animale, il est tout différent dans la traction mécanique.

Dans les dépenses d'entretien on peut comprendre les petites dépenses journalières qui résultent du travail du mécanicien lui-même : changer un écrou, refaire un joint, remplacer des goupilles, réajuster des clavettes, enfin et surtout nettoyer les chaudières dans les véhicules à vapeur.

Les dépenses de réparations sont celles qui ont pour but de remédier aux usures normales du mécanisme; segments de piston, coussinets, bandages de roues, colliers de frein, etc.

Il y a enfin une autre catégorie de dépenses; ce sont les réparations à la suite d'accidents ou de maladresses du conducteur; celles-ci doivent être évitées dans une très grande mesure avec un personnel expérimenté et les premières doivent être garanties par une assurance qui rentre dans la catégorie des frais généraux.

Le montant de l'entretien et des réparations peut varier, et en fait, varie du simple au décuple; ce chiffre est fonction des trois conditions suivantes :

1° Il dépend tout d'abord de l'intensité du travail demandé au matériel; il est tout naturel que le montant des réparations et des dépenses d'entretien dépend avant tout du nombre de kilomètres parcourus par le véhicule.

2° Des conditions extérieures du trafic : par exemple un trajet en rampes et pentes provoquera plus d'entretien et de réparations qu'un trajet en plaine; un autre exemple est la différence d'entretien qui résulte des différences d'eau employée dans les chaudières à vapeur. Prenons deux chaudières identiques, du même constructeur, l'une qui est alimentée par de l'eau titrant plus de 60° hydrotimétriques devra être démontée et nettoyée tous les 6 à 7 jours; telle autre alimentée par de l'eau ne titrant que 5 à 6° hydrotimétriques fonctionnera 30 jours sans nettoyage. A ce sujet il semble qu'il y aurait un véritable intérêt à munir les véhicules à vapeur d'un condenseur à surface permettant d'employer dans la chaudière de l'eau très pure, mais ces condenseurs augmentent le poids et la complication des mécanismes. Un autre moyen serait, s'il était possible, d'employer de l'eau distillée ou tout au moins très pure pour faire le plein à chaque voyage.

3° Les dépenses d'entretien et de réparations varient également, il faut le dire, avec le plus ou moins de soins apportés dans la conception et dans la construction des véhicules et des machines : pour ne citer que des exemples tout à fait généraux, on peut faire ressortir que l'emploi de chaînes dans certains mécanismes peut être une cause de réparations plus importantes qu'un système de commande directe; que les précautions que prennent certains constructeurs pour éviter les coups d'eau dans les cylindres à vapeur diminuent ces dépenses de réparation; que le graissage doit être tout spécialement soigné.

L'avenir des omnibus automobiles appartient aux constructeurs qui, par des études consciencieuses et une expérience de plusieurs années, auront trouvé le moyen de diminuer, dans la plus grande mesure possible, ces dépenses d'entretien et de réparations; il faut le dire bien haut, car c'est le point capital de l'automobilisme industriel.

A quel chiffre doit-on rapporter les dépenses d'entretien et de réparations? C'est là une question très difficile à résoudre : la Commission technique du Concours des Poids Lourds a rapporté ces dépenses au prix d'achat, ne pouvant, après six jours de fonctionnement, posséder un élément d'appréciation plus certain.

Dans la pratique cependant, il serait évidemment plus exact de rapporter ces dépenses au nombre réel de kilomètres parcourus par jour, augmenté d'un certain tant pour cent, pour tenir compte des rampes et pentes dont on peut transformer le travail en un certain nombre de kilomètres supplémentaires. Ce moyen

d'évaluation ne tient pas compte de la valeur de la construction pas plus, il est vrai, que le rapport au prix d'achat.

En effet, les prix subissent avant tout, à l'heure actuelle, l'influence de l'offre et de la demande, sans être absolument, comme pour le prix de revient des locomotives par exemple, fonction de la qualité de la construction.

Quoi qu'il en soit nous nous rallions, quant à présent et faute de mieux, à la méthode de la Commission officielle, mais nous en discutons le quantum.

Celui-ci a été fixé à 11 0/0 du prix d'achat.

Ce chiffre est certainement au-dessous de la réalité pratique.

La Société Scotte, dans une notice sur ses véhicules, compte les dépenses d'entretien à 0,25 *f* le kilomètre, ce qui, pour un parcours journalier de 60 *km* pendant 300 jours, correspond à 18 0/0 du prix d'achat; à notre avis c'est là un *minimum*.

Le jury des épreuves de Liverpool a évalué les réparations annuelles à 30 0/0 du prix d'achat. De plus, M. Forestier indique que dans des voitures de livraison (qui sont dans des conditions particulières, il est vrai) le montant des dépenses d'entretien et de réparations s'est élevé jusqu'à 50 0/0 du prix d'achat.

Signalons également que dans l'essai de neuf mois fait aux usines de lainages à Wellington (Devonshire) avec un chariot Leyland, on a relevé, ainsi qu'il suit, le compte d'entretien :

Main-d'œuvre	425 f
Matières.	75
Assurance.	125
Différentes pièces spéciales.	125
Réparation à la chaudière (tôles et grilles).	940
TOTAL	1 690 *f*

Ce chiffre correspond approximativement à une dépense de 0,30 *f* à 0,45 *f* par kilomètre.

Rappelons, enfin, les termes de la lettre que M. Honoré écrivait à la Société le 3 décembre 1897..

« Cette économie (des automobiles) ne sera nette que lorsqu'on » aura organisé l'entretien et les grosses réparations dans des » conditions normales, c'est-à-dire lorsqu'on aura des construc- » teurs moins débordés de commandes, plus sûrs d'eux-mêmes » et n'ajoutant pas des retards anormaux à l'exploitation indus- » trielle sérieuse et intense qui, poursuivie toute l'année, a

» des exigences que ne révèlent ni les voitures d'amateurs, ni » les courses d'essai. »

M. Honoré avait ainsi montré, dès 1897, l'importance extrême de la question des réparations que la pratique des automobiles de livraison du Louvre lui a confirmée.

Sur cette question primordiale de l'entretien et des réparations, nous estimons donc, faute d'un terme de rapport plus exact, qu'il faut évaluer ce chef de dépense de 18 à 25 0/0 du prix d'achat selon les conditions de l'exploitation, la conception et l'exécution du mécanisme.

3° *Consommation.* — Lorsqu'on considère les chiffres de consommation des voitures automobiles, on est frappé du peu d'élévation de ceux-ci par kilomètre parcouru; les renseignements que l'on peut extraire du dernier rapport officiel sont les suivants :

L'Omnibus Roser-Mazurier que nous mettons en tête à cause de sa très faible consommation, dépensait 0,296 *l* d'essence ordinaire par tonne kilométrique de charge utile, soit pour un parcours journalier de 90 *km*, une dépense de à 5,05 *f* à deux tiers de charge, soit 19 0/0 des dépenses totales journalières.

L'omnibus de Dion-Bouton dans les mêmes conditions a accusé une dépense (à 2/3 de charge) de 1,33 *kg* de coke et 6,5 *kg* d'eau par tonne kilométrique de charge utile sur un parcours journalier de 140 *km*, soit une dépense de 15,30 *f* par jour qui correspond à 31 0/0 du prix de revient total journalier.

Le camion des mêmes constructeurs qui, en raison de sa plus faible vitesse, ne fait que 106 *km* par jour, donne une dépense à deux tiers de charge de 1,12 *kg* de coke et 4,75 *kg* d'eau par tonne kilométrique de charge utile, soit une dépense de 15,05 *f* par jour, qui correspond à 35 0/0 du prix de revient total journalier.

Le break de Dietrich, à l'essence rectifiée, a consommé 0,136 *l* par tonne kilométrique du poids total moyen, ce qui représente 16,16 *f* à deux tiers de charge pour un parcours de 110 *km*, soit 22 0/0 des dépenses totales.

On voit par ces quelques exemples, que pour des véhicules ne dépassant pas une vitesse de 12 à 14 *km* à l'heure, en palier, la consommation n'a rien d'excessif, et il vaut mieux, à notre avis, conserver des mécanismes rustiques et peu économiques relativement, que d'augmenter par des mécanismes compliqués les chances de réparations et d'arrêts.

4° *Frais généraux.* — Ce chapitre du prix de revient comprend des éléments très divers et très variables, parmi lesquels il convient de signaler :

1° La conduite, qui varie selon que le véhicule nécessite un ou deux hommes et selon le prix de la main-d'œuvre, etc. L'emploi dans les voitures à vapeur d'un combustible liquide facilement emmagasinable et dont le réglage se fait automatiquement, permet de supprimer le chauffeur presque uniquement occupé au chargement du coke, ainsi que l'ont montré les concours; de ce chef une assez importante économie sur le prix de main-d'œuvre est réalisée;

2° Les dépenses de consommation accessoires, graissage, chiffons, allumage, etc., pour lesquels les rapports du concours des Poids Lourds donnent des chiffres se rapprochant de la réalité;

3° La rémunération de la direction de l'entreprise, les frais d'administration, les loyers des remises, les taxes, assurances, etc.

Les frais généraux (considérés dans le sens large du terme) seront donc, selon chaque cas particulier, à considérer; cependant on peut estimer, comme on le fait dans certains prix de revient de machines, les frais généraux, groupés sous le n° 3, à la même somme que la main-d'œuvre, car on a remarqué que ces deux chefs de dépense augmentent ou diminuent l'un et l'autre dans une proportion à peu près analogue.

On peut également, comme l'a fait M. Forestier, estimer le n° 3 à 10 0/0 des dépenses fixes lorsque l'entreprise de transports est constituée d'une façon normale au point de vue financier et au point de vue de l'exploitation.

En résumé, sur cette question des prix de revient des transports en commun sur routes, nous pensons qu'à l'heure actuelle (octobre 1899), il convient d'appeler l'attention des Ingénieurs sur la nécessité absolue de chercher à diminuer, dans la mesure du possible, le montant des dépenses d'entretien et de réparations.

Ce chef de dépenses n'arrivera à un taux véritablement pratique que lorsque les constructeurs auront acquis une expérience encore plus grande que celle dont ils peuvent actuellement faire preuve, ce dont nous ne doutons pas un seul instant, du reste. C'est alors seulement que les services en commun sur routes pourront être véritablement rémunérateurs.

CONCLUSIONS

Ce ne sont pas, à proprement parler, des conclusions que nous voulons tirer de cette étude rapide de la question si complexe et si brûlante des transports en commun par tramways à traction mécanique ou automobiles. Nous avons voulu énoncer seulement un certain nombre de *desiderata* et faire un exposé de l'état de la question, en octobre 1899; rien de plus.

Nous avons passé en revue tous les systèmes de tramways qui fonctionnent pratiquement, principalement ceux que nous avons tous les jours sous les yeux en France; nous avons montré l'état de perfectionnement auquel ils sont parvenus depuis 1894, leurs avantages et leurs inconvénients.

Nous n'avons traité que sommairement la question de la dépense de traction des tramways, parce que cette question si complexe ne peut être véritablement résolue que par les exploitants eux-mêmes.

Si nos Collègues, qui ont en main les chiffres d'exploitation, veulent venir les apporter à la Société, nous en serons les premiers heureux, car c'est une question qu'il semble difficile de résoudre complètement par des considérations théoriques, parce que, à chaque cas particulier correspond un certain prix de revient.

La question des prix de revient des automobiles était si particulière et si neuve, que nous n'avons pas hésité à appeler l'attention sur certains chiffres de bases, très importants, au sujet desquels nous avons formé notre opinion dans l'étude des conditions d'exploitation de plusieurs services existants.

Nous souhaitons d'avoir pu rendre ainsi quelques services à l'industrie si intéressante et si prospère des transports en commun.

TABLE DES MATIÈRES

Suite (1).

3e Classe. — Véhicules récepteurs d'énergie . . . . . 1 B

Tramways à distributeurs électriques. . . . . 2 B
I. — Conducteurs aériens. . . . . 2 B
II. — Caniveaux et conducteurs souterrains. . . . . 6 B
III. — Distribution de courant au niveau du sol, système Claret-Vuilleumier. 9 B
— — — Westinghouse. . . 11 B
— — — Diatto. . . . . 12 B
— — — Vedovelli-Priestley. 18 B
IV. — Transport de l'énergie par courants continus. . . . . 18 B
— — par courants polyphasés . . . . . 18 B

Tramways funiculaires. . . . . 30 B

4e Classe.

I. — Traction mixte par trolley et accumulateurs. . . . . 36 B
II. — — — et conducteur souterrain . . . . . 40 B
III. — — — et contacts au niveau du sol . . . . . 43 B
IV. — Traction électrique sur fortes rampes. . . . . 43 B

Dépenses de traction des différents systèmes de tramways mécaniques. 46 B

B. — **Véhicules sur routes :**

I. — *Services publics par automobiles :* Sociétés créées, Services organisés. 52 B
II. — *Principaux types de véhicules employés*. . . . . 58 B
III. — *Éléments des prix de revient des transports sur routes* . . . . . 64 B
1° Prix d'achat — Amortissement — Intérêt de capital . . . . 70 B
2° Entretien et Réparations. . . . . 71 B
3° Consommation . . . . . 74 B
4° Frais généraux. . . . . 75 B

Conclusions . . . . . 76 B

(1) Voir Bulletin de décembre 1899, page 766, et planches 226 et 227

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 27280-12-99. — (Encre Lorilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

JANVIER 1900

Deuxième Quinzaine.

N° 2.

CHRONIQUE

N° 241 B.

SOMMAIRE. — Locomotives compound sur les chemins de fer suisses. — Épuisement des mines à grande profondeur *(suite et fin)*. — Production du caoutchouc dans l'Amazone. — Limites pratiques de la transmission électrique de la force à distance.

Locomotives compound sur les chemins de fer suisses. — D'après les relevés que nous avons faits sur les statistiques publiées par le département fédéral des postes et chemins de fer, le nombre total de locomotives compound qui existaient à la fin de 1898 sur les chemins de fer suisses était de 176. Le nombre total des locomotives à vapeur étant à la même époque de 1 078, la proportion des locomotives compound serait de 16,3 0/0.

Il est intéressant de rechercher comment le nombre des locomotives compound se répartit suivant les diverses catégories de chemins de fer. Nous trouvons que sur les 176 machines compound, 166 appartiennent

aux cinq grandes compagnies, soit lignes principales *(hauptbahnen)*, et dans les proportions suivantes :

Lignes	Nombre total de loc.	Loc. comp.	Proportion
Jura-Simplon	226	64	28,4 0/0
Nord-Est	215	34	15,8
Central	138	37	26,8
Gothard.	138	21	15,2
Union Suisse	83	10	12,0
Totaux. . . .	800	166	20,8 0/0

La proportion sur les lignes principales prises collectivement est donc de 21 0/0 en nombre rond et la proportion maxima est de 28,4 0/0 sur le Jura-Simplon.

Les dix autres locomotives compound se trouvent sur trois lignes à voie de 1 *m* et dans les proportions suivantes :

Chemin de fer des Grisons.	4	sur 12	soit	33 0/0
— Saignelegier-Chaux-de-Fonds .	3	— 3	—	100 —
— Yverdon-Sainte-Croix.	3	— 3	—	100 —

Les chemins de fer à voie de 1 *m* à adhérence comptant ensemble (y compris les tramways) 107 locomotives à vapeur, la proportion des locomotives compound ne ressort qu'à 9 0/0.

On ne rencontre pas jusqu'ici de locomotives compound sur les chemins de fer à crémaillère purs ou mixtes.

Les systèmes de locomotives compound se répartissent comme suit dans les diverses lignes principales suivant le nombre des cylindres.

	2 cylindres	3 cylindres	4 cylindres	Total
Jura-Simplon	49	15	0	64
Nord-Est	34	0	0	34
Central	5	0	32	37
Gothard.	0	1	20	21
Union Suisse	10	0	0	10
Totaux. . .	98	16	52	166

Sur les 52 machines à 4 cylindres, il y en a 29 à châssis unique et 23 à châssis articulé système Mallet.

Les 10 locomotives compound pour voie de 1 *m* sont toutes à châssis articulé du même système.

Les proportions de locomotives compound indiquées ci-dessus doivent se modifier notablement en 1899 et les années suivantes par suite des commandes de machines de ce genre en voie d'exécution. A ce sujet, il nous paraît intéressant de signaler deux types de locomotives appartenant à cette catégorie et qui, mises en service dans le courant de 1899, ne figurent pas dans les statistiques précédentes.

Le premier type a été construit pour le service des voyageurs sur le chemin de fer du Nord-Est par la fabrique de Winterthur. C'est une

locomotive à deux essieux accouplés et bogie à l'avant à deux cylindres intérieurs. La distribution se fait par un mécanisme Walschaerts dont la bielle est articulée sur un bouton porté par une contre-manivelle extérieure; les coulisses sont à l'intérieur. Les tiroirs sont placés à 45° sur le côté et vers le haut. Les deux cylindres et leurs tiroirs sont fondus d'une seule pièce. La chaudière ne porte pas de dôme selon un usage en vigueur sur le Nord-Est.

La seconde machine est une locomotive-tender à quatre essieux accouplés et un essieu porteur à déplacement radial à l'avant, du type que les Américains appellent *consolidation*. La fabrique de Winterthur vient de livrer des machines de ce modèle toutes semblables aux lignes de l'Emmenthal, de la Toesthal et du lac de Thoune. Ces machines ont les cylindres extérieurs légèrement inclinés, des distributions Walschaerts des guides uniques pour têtes de pistons et les caisses à eau latérales à la chaudière.

Voici les données principales de ces deux types de locomotives (1):

Lignes	Nord-Est	Emmenthal et autres
Types	$\overline{\text{CMPP}}$	$\overline{\text{CMCCP}}$
Diamètre des cylindres	460-680	480-700
Course des pistons	660	600
Diamètre des roues motrices	1.830	1.230
— — porteuses	0.930	0.850
Ecartement fixe des essieux	2.600	4.100
— total des essieux	7.200	6.430
Surface de grille	2.18	1.70
— chauffe	128.5	113.10
Pression	13^{kg}	12^{kg}
Poids de la machine vide	45.500	39.000
— en service	50.000	50.000
Volume d'eau des soutes	12.000	5.300
Charbon dans les caisses	5.000	1.500
Poids du tender vide	12.000	»
— chargé	29.000	»

Des photographies de ces deux types de locomotives se trouvent dans l'album de fête dont nous avons parlé dans la Chronique de novembre 1899, page 703, à l'occasion de la réunion à Winterthur de la Société suisse des Ingénieurs et Architectes.

Épuisement des mines à grande profondeur. *(Suite et fin.)*

Épuisement de l'eau au moyen d'une machine d'extraction. — L'emploi d'une machine d'extraction remontant des cuves pleines d'eau est *à priori* un moyen peu économique. Les machines d'extraction dépensent beaucoup de combustible et ont une usure relativement considérable; les arrêts et renversements de marche périodiques sont des conditions défavorables de fonctionnement.

(1) Depuis que cet article a été composé, une description avec dessins de la locomotive du Nord-Est a paru dans le *Schweizerische Bauzeitung*, numéro du 30 décembre 1899.

Prenons, par exemple, une machine donnant au câble une vitesse moyenne de 10 *m* par seconde. Il faudra 2 minutes pour remonter la hauteur de 1 200 *m* du puits, plus 1 minute pour vider et remplir la cuve, on fera donc une cuve en 3 minutes, ou 20 à l'heure; il faudra, pour remplir les conditions posées au début de cette note, que chaque cuve amène au jour, pertes défalquées, un volume net de 2 260 *l*.

Ce travail représente 202 *ch* et, si on ajoute 12 0/0 pour les résistances et frottement, on trouve 226 *ch*. Si on ajoute encore 10 0/0 pour tenir compte de l'inertie au départ et à l'arrêt, on trouvera, en admettant que les cuves et câbles sont équilibrés, un travail total de 248 *ch*. Il est probable qu'on ne trouverait pas de machines d'extraction dépensant moins de 11,5 *kg* de vapeur par cheval indiqué et par heure, en travaillant toute la journée, ce qui donnera avec la vaporisation admise plus haut de 5,5 une dépense de charbon de $\frac{248 \times 11,5}{5,5} = 520$ *kg*, dépense qui, à raison de 10 *f* par tonne correspond à 5,20 *f* par heure. Le rendement est de 105 000 *kgm* par kilogramme de charbon.

Électricité. — Avec l'emploi d'une machine à vapeur commandant directement une dynamo, on peut compter sur un rendement de 85 0/0 à la sortie de la génératrice; si on ajoute 3 0/0 pour le transformateur et la ligne des conducteurs, 8 pour le moteur et autant pour la transmission de la pompe, on trouvera une perte de 62 *ch* en nombre rond à ajouter au travail normal théorique de 202, soit un total de 282 *ch*. La consommation de la machine qui actionne la dynamo peut être admise être la même que celle de la machine qui actionne directement la pompe dans un des cas précédents, soit 6 *kg* de vapeur par cheval-heure: on aura donc une dépense de $\frac{282 \times 6}{5,5} = 308$ *kg* et en argent de $308 \times \frac{10}{1\,000} = 3,08$ *f*. Le rendement sera dans ce cas de 177 000 *kgm* par kilogramme de combustible.

Conclusions. — Après avoir ainsi passé en revue les différents systèmes d'épuisement à grande profondeur, on peut tirer de cet examen les conclusions suivantes :

L'emploi d'une machine d'extraction élevant des cuves pleines d'eau est très désavantageux par rapport aux autres systèmes, mais il est probable que, dans une mine nouvelle, pendant la période de fonçage du puits et peut-être encore quelque temps après, jusqu'à ce qu'on soit fixé sur la quantité d'eau à épuiser normalement, c'est le meilleur système à employer, d'autant plus que la machine peut servir en même temps à d'autres usages, car il y a toujours des matériaux à descendre et des déblais à monter. Tout autre système serait, dans ces conditions, très inférieur à celui-ci. Il faut cependant ajouter que l'épuisement par la machine d'extraction se prête très mal au cas, qui n'est pas rare, où l'eau n'est pas au fond de la mine, mais bien à un niveau intermédiaire; il faut, dans ce cas, se résigner à laisser tomber l'eau à fond pour l'y puiser en faisant un travail additionnel au travail strictement nécessaire ou, si on prend l'eau au niveau où elle se trouve, à faire des manœuvres qui

prennent du temps. D'ailleurs, dans ce système, les pertes dues aux effets d'inertie paraissent devoir être considérables.

Les chiffres qui ont été donnés relativement à l'emploi de l'air comprimé ne paraissent pas très favorables; l'auteur n'a pas fait entrer en ligne de compte la possibilité de réchauffer l'air au fond du puits, ce qui aurait augmenté le rendement et permettrait de réduire la perte à quelque chose comme 79 0/0 entre le cylindre à vapeur à la surface et la pompe au fond.

Le système de la transmission hydraulique a l'avantage d'une grande simplicité et d'un coût d'établissement modéré; il occupe peu de place et un avantage qui n'est pas insignifiant est qu'il peut fonctionner dans un puits en plus ou moins grande partie noyé.

L'électricité paraît présenter de sérieux avantages; son rendement est élevé. les conducteurs prennent peu de place dans le puits et, si l'installation a été faite avec soin, les réparations sont peu importantes, tandis que la pose d'une colonne de tuyaux est beaucoup plus délicate et coûteuse.

L'installation de machines et chaudières au fond de la mine est certainement la solution la plus économique; on peut accoupler directement la machine et la pompe, et réduire les pertes au minimum, mais il y a des difficultés pratiques assez graves pour réaliser des installations de ce genre.

L'auteur n'a pas parlé de l'emploi de moteurs à gaz ou à pétrole, bien qu'il soit possible de le réaliser avantageusement dans certaines conditions. L'efficacité de ces moteurs, au point de vue de l'utilisation de la chaleur, les met au premier rang des moteurs thermiques.

L'auteur ne croit pas devoir entrer dans l'examen des divers systèmes de pompes; il croit qu'au point de vue économique il est préférable d'élever l'eau d'un seul jet à la hauteur totale. Si, cependant, il y a une quantité d'eau notable à un niveau intermédiaire, on peut y installer une pompe qui élèvera cette eau à la surface, soit par la colonne générale, soit par une colonne d'élévation spéciale. Dans tous les cas ces pompes devront avoir des dispositions de clapets appropriées à l'énorme pression qu'elles auront à supporter.

Il y a une autre difficulté dans l'élévation de l'eau d'un seul jet; c'est la grande résistance à donner aux tuyaux; on arrive à la surmonter par l'emploi de tuyaux en acier. Les joints devront être faits avec de très grandes précautions; il est bon de leur donner une certaine élasticité par l'usage d'anneaux de caoutchouc ou de gutta-percha insérés entre les brides.

Production du caoutchouc dans l'Amazone. — Les principaux centres de production du caoutchouc dans l'État de Para, au Brésil, se trouvent être les îles du fleuve Amazone, dont la principale, Marago, a une superficie de plus de 6 000 km^2, les bords de la rivière Tocantins et ceux des rivières Zingu, Jary et Tapajos. Les centres de production du haut et du bas du fleuve fournissent la même espèce de caoutchouc, mais les produits du haut du fleuve ont une valeur supérieure parce qu'il sont plus secs lorsqu'ils arrivent au port d'embarquement.

La saison de la récolte du caoutchouc dans le bas de l'Amazone commence lorsque les eaux baissent, c'est-à-dire en juillet, pour finir en janvier et février.

En principe, on ne fait pas la récolte dans la saison des pluies, parce que l'eau qui s'accumule dans les forêts gênerait les mouvements des ouvriers et aussi parce que l'eau qui coule le long des troncs des arbres empêche les godets en terre d'adhérer à l'écorce. La sève est également plus rare dans cette saison.

Le consul des États-Unis au Para, dans un récent rapport, dit qu'on emploie principalement des Brésiliens venant des Etats voisins du Para, tels que ceux de Ceara, Maravham et Piauhy et aussi des Portugais et des sang-mêlé. L'Indien de l'Amérique du Sud est d'un emploi très médiocre pour ce travail. Il a peu de besoins, vit de chasse et de pêche et n'a pas besoin de recourir au travail pour sa subsistance comme des populations plus civilisées. La récolte du caoutchouc emploie des milliers d'ouvriers et on n'en a pas autant qu'il serait nécessaire.

On a constaté, dans les dernières années, un accroissement rapide et constant dans les exportations du caoutchouc et, malgré l'accroissement du nombre des ouvriers, ce nombre n'est plus en rapport avec les besoins et c'est là une difficulté avec laquelle il faudra compter.

Au nombre des articles formant l'outillage employé pour la récolte du caoutchouc figure un ustensile en terre dont la forme rappelle celle d'un pot à l'eau de toilette, mais sans fond ni anse. Cet ustensile est fait avec l'argile qu'on trouve dans beaucoup de parties de l'Amazone. Il sert de cheminée pour activer la combustion du bois qui sert à dessécher le suc extrait. Ce bois est généralement constitué par les pommes ou fruits d'arbres du genre palmier, dont les noms indigènes sont : Urucuri, Tucuma, Inaga et les noms botaniques *Attalea*, *Astrocaryum* et *Maximiliana regia*. On avait supposé, à une certaine époque, que la qualité de la gomme du Para était due en grande partie à la nature du combustible employé pour évaporer le suc. On a donc essayé de transplanter en Afrique les arbres dont on se servait au Para comme combustible. L'expérience n'a eu aucun succès. On choisit pour brûler les fruits dont nous venons de parler, parce que ce combustible émet une fumée noire très épaisse et parce qu'il est plus facile à transporter, mais lorsqu'on ne peut pas se procurer de ces pommes, on emploie au même usage l'écorce et les branches de ces arbres.

Les ouvriers employés à la récolte de la gomme portent tous un couteau qui sert d'abord à couper le bois employé comme combustible; la lame de cet instrument a environ 0,65 *m* de longueur et 50 *mm* de largeur. A cause de l'humidité du climat, cette lame est revêtue d'une couche d'argent appliquée galvaniquement, ce qui l'empêche de se rouiller. Le manche est en bois et garni de cuivre. La hache dont se servent les gens qui font la récolte du caoutchouc est un instrument relativement petit; elle ne sert qu'à rendre unie, sur une faible étendue, l'écorce de l'arbre pour y appliquer le godet en terre. Son maniement demande, toutefois, une certaine adresse, parce qu'il faut éviter d'entamer l'écorce. Les godets sont en terre ou en étain; les premiers se fixent à l'écorce au moyen d'un peu d'argile, mais leur poids les rend incom-

modes à porter lorsque les arbres à inciser se trouvent à des distances un peu considérables les uns des autres. Les ouvriers préfèrent, dans ce cas, les godets en étain qui sont bien plus légers. Ils pénètrent facilement dans l'écorce au moyen de leurs bords tranchants et tiennent contre le tronc des arbres sans intervention d'argile. Mais l'emploi de ces godets est, dit-on, nuisible jusqu'à un certain point, à la conservation des arbres. *(A suivre.)*

Limites pratiques de la transmission électrique de la force à distance. — Une note du docteur Louis Bell, publiée dans le *Cassier's Magazine*, donne des vues intéressantes sur les limites pratiques de la transmission électrique à distance. Nous en donnons ci-dessous un résumé.

Lorsqu'une nouvelle question se pose devant l'attention publique, elle est généralement accueillie avec incrédulité. Lorsque la chose qu'on a proclamée impossible s'est réalisée et que le premier sentiment a dû disparaître, il est presque toujours remplacé par une période d'extrême crédulité dans laquelle les idées les plus exagérées sont très facilement accueillies. Il est donc prudent, dès que le succès se manifeste, de définir immédiatement les limites au delà desquelles on ne saurait s'aventurer.

Dans les sept ou huit dernières années, la question du transport électrique de la force à de grandes distances a passé de la période d'une expérimentation timide à une application pratique sur une grande échelle. Les installations de ce genre se comptent déjà presque par centaines, et c'est peut-être le moment d'examiner quel degré d'avancement on peut encore espérer. Dans des cas de ce genre, une confiance exagérée est à peu près aussi dangereuse qu'une timidité trop grande.

L'auteur se propose d'étudier, au point de vue tant technique que commercial, les difficultés qu'on rencontrera en voulant appliquer la transmission électrique au delà des limites des applications actuelles dont la réussite est incontestable. Quelques-unes de ces difficultés seront surmontées par des progrès futurs de la science ou par des modifications que l'expérience suggérera, mais néanmoins elles doivent être examinées. Le point le plus sérieux est celui de la tension et de ses limites pratiques. Si on considère que le prix du cuivre employé pour les conducteurs varie en sens inverse du carré du voltage, la praticabilité commerciale de la transmission à grandes distances est intéressée directement dans cette question aussi bien que dans des questions techniques d'une haute importance.

On a pu recueillir, depuis cinq ou six ans, un grand nombre de faits pratiques relativement à la transmission à des tensions élevées, et les ingénieurs opèrent maintenant à coup sûr dans les travaux de ce genre. On a rapidement dépassé ce qu'on pourrait appeler les valeurs classiques du voltage et, l'expérience aidant, on est arrivé à des tensions qu'on peut qualifier de révolutionnaires pour continuer la métaphore. Le premier grand pas a été fait lorsque les ingénieurs ont abordé carrément le problème de l'emploi des courants alternatifs nécessitant des tensions qu'on ne pouvait aborder qu'avec précaution; mais on ne

tarda pas à reconnaître que l'emploi de ces tensions ne présentait pas par lui-même de dangers et que la seule précaution à ne pas perdre de vue était l'isolement convenable des appareils. Pour la ligne, c'étaient les supports seuls qu'il y avait à considérer, et il n'y avait, en somme, que des difficultés presque insignifiantes à surmonter pour passer des tensions de 2 à 300 volts à des tensions de 8 à 10 000.

Il est certain que, maintenant, les installations à 1 000 volts qu'on faisait il y a dix ans sont considérées comme tout à fait insuffisantes, même pour distributions locales et qu'on emploie couramment, même pour de faibles distances, les tensions de 5 à 10 000 volts, et ces dernières plutôt que les premières. Il n'est pas encore possible de se procurer couramment des transformateurs pour des tensions supérieures à 2 400 ou 2 500 volts. L'emploi des transformateurs est lié à celui des tensions élevées et, du moment où on peut avoir des transformateurs convenables, il y a intérêt au point de vue économique à élever le voltage aussi haut que possible.

A l'heure actuelle, les tensions de 10 000 volts peuvent être considérées comme normales pour les transmissions électriques. Il est parfaitement prouvé par l'expérience qu'on peut. avec ces tensions, très suffisamment isoler les lignes pour les conditions atmosphériques les plus dures, et un assez grand nombre d'installations ont fonctionné dans des périodes assez longues pour permettre d'affirmer qu'on n'éprouve pas plus de difficultés avec ces lignes à tensions élevées qu'avec celles à voltage beaucoup plus bas. Jusqu'ici c'est très bien, mais jusqu'où est-il possible d'aller ?

Si on augmente les tensions au delà des valeurs actuellement employées, on n'aperçoit d'abord aucun phénomène de nature à inspirer des inquiétudes. Le danger de voir perforer les enveloppes isolantes augmente, mais ce danger entraîne seulement la nécessité de les éprouver avec soin et d'introduire un facteur de sécurité suffisant. La question des transformateurs ne présente pas un accroissement sérieux des difficultés de construction et d'entretien.

Ce qui est plus grave, c'est la question des étincelles. La distance à laquelle celles-ci peuvent jaillir mesure la résistance diélectrique de l'air, mais la forme des parties en contact intervient. Ainsi, à différence de tension égale, l'étincelle jaillira avec une distance bien moindre entre deux pointes d'aiguilles qu'entre deux sphères de 25 à 30 *mm* de diamètre.

Cet accroissement de la distance de jaillissement des étincelles ne crée pas une difficulté sérieuse par elle-même, mais elle implique la question de la résonance. Celle-ci, en électricité comme en acoustique, indique un renforcement de l'intensité de certaines vibrations lorsqu'elles sont en accord avec des objets soumis aux mêmes vibrations et, en électricité, dans le même circuit,

Ainsi, un courant alternatif présente des vibrations électriques aussi complexes que celles d'une corde à violon, et la résonance peut se produire avec la période fondamentale de vibration ou avec une période en harmonie. La résonance électrique se présente très rarement, en fait, avec la périodicité fondamentale, mais elle se produit probable-

ment beaucoup plus souvent qu'on ne le croit, avec des périodes harmoniques supérieures. C'est ce qui amène l'accroissement considérable de la distance de jaillissement qu'on constate sur les lignes de grande longueur, mais cette difficulté n'est pas très grave.

Il y a autre chose de plus lorsque les tensions approchent de 20 000 volts. Les conducteurs commencent à devenir lumineux dans l'obscurité; on observe une faible lueur bleuâtre à la surface des fils avec des éclairs à la pointe des ligatures et endroits analogues. L'auteur a observé une lueur analogue sur le bord d'un morceau de papier d'amiante qui avait touché accidentellement deux câbles à 10 000 volts isolés par une enveloppe en caoutchouc de 6 *mm* d'épaisseur. En fait, aux tensions élevées, l'électricité cherche à s'échapper des conducteurs partout où elle en trouve l'occasion, aux angles et aux pointes, aussi bien dans les conducteurs que dans les transformateurs à bain d'huile.

A 20 000 volts, cette perte statique est très faible, bien qu'elle donne lieu à la production d'une lueur, et le développement d'installations fonctionnant à ces tensions semble bien indiquer que les inconvénients ne sont pas bien graves, au moins dans nos climats. Au-dessus de ces voltages, la perte par l'air devient plus sensible et, à 40 000, elle commence à devenir appréciable, sinon encore importante. Il se produit ce qu'on observe dans une chambre obscure sur les fils aboutissant à une puissante bobine de Ruhmkorff, seulement sur une bien plus grande échelle, puisque le courant est fourni par un générateur de 1 000 kilowatts, par exemple, au lieu de l'être par une pile de quelques éléments. Si on ajoute 10 000 ou 15 000 volts, la situation devient sérieuse, l'électricité commence à s'écouler rapidement et, sous ces énormes tensions, l'air ne conserve plus sa faculté isolante.

(A suivre.)

COMPTES RENDUS

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

Paroles prononcées aux funérailles de M. **Léon Bourdelles,** Inspecteur général des Ponts et Chaussées, par M. Brosselin, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Notice biographique sur M. **Le Gros,** Inspecteur général des Ponts et Chaussées, par M. Vauthier, Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite.

Étude sur **le régime de la marée dans la Manche,** par M. Bourdelles, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur du service des Phares et Balises.

Les observations sur le régime des marées dans la Manche ne sont pas récentes ; elles remontent au XVI^e^ siècle où des marins espagnols d'abord, puis hollandais, ont entrepris les premières observations méthodiques et donné des indications utiles aux navigateurs ; depuis il a été fait beaucoup de travaux sur la question, travaux dont les plus récents sont dus à M. Hédouin, pilote-major de la flotte, publiés en 1891. C'est le navigateur anglais Beechey qui, le premier, en 1848, eut l'intuition de l'explication réelle du phénomène en proposant l'hypothèse de deux ondes interférant dans la Manche, ces deux ondes venant, l'une de l'Atlantique, l'autre de la mer du Nord ; en outre, il attribuait les courants de marée à la pente superficielle de l'onde et leur durée aux vitesses acquises durant le mouvement ondulatoire.

Ce principe de l'interférence, qui avait été très énergiquement contesté, notamment par l'ingénieur hydrographe Keller, est aujourd'hui solidement établi, grâce aux observations réunies par M. Hedouin.

La note dont nous nous occupons expose la théorie de l'interférence et son application au cas de la Manche en vue de l'explication et de l'étude complémentaire du régime de la marée dans cette mer.

Maçonneries avec joints métalliques coulés, par M. H. Tavernier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Il est à remarquer que le coefficient de sécurité adopté pour les maçonneries est toujours très inférieur à celui qu'on emploie pour les ouvrages métalliques, ainsi on ne dépasse jamais 20 à 40 *kg* par centimètre carré pour les ponts en maçonnerie faits avec des pierres dont la résistance atteint et dépasse souvent 1 000 *kg* par centimètre carré, alors qu'on adopte des résistances pratiques de 6,5 et 8,5 *kg* pour des métaux dont la résistance à la rupture est de 32 à 42 *kg*.

On peut assigner deux causes à cette énorme infériorité de la pierre sur le métal, l'une spéciale aux ponts, l'autre générale à toutes les constructions en maçonnerie :

1° La position des points de passage des courbes de pression par rapport aux milieux des joints de rupture et de la clef.

2° L'interposition entre les pierres d'un mortier de ciment ou de chaux qui constitue à tous les joints des points de moindre résistance pour les maçonneries exécutées en pierre plus dure que le mortier employé.

Pour tenir compte du tassement qui se produit au décintrement dans les ponts en maçonnerie, on admet que la courbe des pressions passe au tiers supérieur du joint de la clef et au tiers inférieur des joints de rupture, ce qui conduit à adopter pour les voûtes une épaisseur très supérieure à celle qu'on pourrait réaliser si les courbes de pression passaient partout au milieu des voussoirs.

On a cherché à remédier à cette difficulté en introduisant dans les voûtes en maçonnerie une triple articulation réalisée au moyen de feuilles de plomb de 20 *mm* environ d'épaisseur, occupant environ le tiers intérieur des joints de la clef et de rupture ; le point de passage de la courbe des pressions se trouve ainsi déterminé dans une limite assez étroite. Ce mode de construction a été réalisé dans le Wurtemberg par M. Leibbrand qui l'a ensuite modifié par l'emploi d'articulations d'abord métalliques, exemple le pont de 43 *m* d'ouverture surbaissé au dixième, établi à Inzigkofen, sur le Danube, puis en pierres de granit convenablement taillées sur un pont de 30 *m* surbaissé au dixième, à Imman, sur l'Eyak. On a depuis construit d'autres ponts en maçonnerie ou en béton avec des articulations métalliques à rotules ; ces dernières ont l'avantage de préciser absolument la position de la courbe des pressions.

La seconde question, la diminution de résistance due aux joints en mortier a été étudiée expérimentalement à diverses reprises ; on a pu constater que si, dans des expériences de laboratoire, on a pu réaliser pour les mortiers des résistances de 60 0/0 environ de celle de la pierre, on ne saurait admettre, pour la pratique, que des chiffres très inférieurs. L'emploi de coulis de ciment sur une faible épaisseur a suggéré à l'auteur du mémoire l'idée de remplacer dans les joints le mortier par un métal ou alliage métallique coulé. Des expériences faites à Lyon ont fait reconnaître qu'on pouvait couler avec succès des joints en plomb de 5 *mm* d'épaisseur entre des pierres de Villebois de 2 *m* de hauteur.

Des expériences d'écrasement faites sur divers métaux et alliages ont permis de reconnaître que le plomb a un avantage important, c'est que, cédant, dès que la pression dépasse sur toute sa surface la résistance qu'il présente à l'écrasement, c'est-à-dire 300 à 400 *kg*, il ne transmet pas à la surface d'appui une pression supérieure à cette limite ; par conséquent si cette surface d'appui est une pierre dure, il ne lui transmet pas une pression susceptible de l'écraser. Il convient toutefois que le plomb présente une épaisseur convenable, c'est-à-dire en rapport avec la surface portante.

L'auteur a réalisé à Saint-Chamond une expérience sur une voûte d'essai formée de deux arcs parallèles situés à 1,50 *m* de distance et reliés par un contreventement en béton de ciment armé.

Cette voûte avait 15 *m* d'ouverture avec 0,90 *m* de flèche; l'épaisseur variait de 0,18 *m* à la clef et aux naissances à 0,25 *m* aux reins. La voûte avait des articulations formées de rotules en acier; on la chargeait avec des gueuses de fonte posées sur des tôles.

Cette expérience a donné des résultats très intéressants au point de vue du jeu des articulations; le sommet de la voûte a pu s'abaisser de 0,18 *m* sur une hauteur de flèche de 0,90 *m* sans que les parties de pierre voisines de l'articulation aient montré des traces de détérioration.

L'auteur a été conduit à penser que l'emploi des articulations et des joints métalliques qui supprimerait les points de moindre résistance pour les maçonneries faites avec des pierres suffisamment dures permettrait de construire des voûtes en maçonnerie de grande ouverture dans des conditions plus économiques que des voûtes en maçonnerie de tout autre mode de construction et même que des ponts métalliques; cette question présente donc un intérêt des plus sérieux tant au point de vue de l'économie qu'à celui de la sécurité des ouvrages.

Cette intéressante notice est accompagnée d'annexes sous forme de tableaux numériques donnant les résultats d'expériences sur la résistance de diverses pierres de taille avec joints, sur la résistance des maçonneries avec joints, sur les coefficients de compression permanente, etc. Nous signalerons tout spécialement une de ces notes qui est relative à la comparaison de ponts de 50 et 100 *m* d'ouverture, construits à la manière ordinaire ou avec les perfectionnements indiqués dans le travail ci-dessus, avec le détail des conditions d'établissement. La différence, qui est très notable, est d'autant plus importante, on le conçoit, que la portée est plus considérable.

(A suivre.)

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Octobre et Novembre 1899.

Réunion de Saint-Étienne.

Séance du 4 novembre 1899.

Note sur **les gisements de charbon de la ferme Syferfontein n° 32** et fermes limitrophes. District minier de Krugersdorf (Transvaal).

Cette note donne des détails sur les conditions géologiques du gisement et les travaux d'exploration exécutés pour le reconnaître. On a trouvé dix couches superposées entre les niveaux extrêmes de 90 et 156 *m*; une de ces couches a 28 *m* d'épaisseur. La composition du charbon ne diffère pas sensiblement des autres charbons que produit le Transvaal, il contient beaucoup d'humidité et a une teneur en cendres assez élevée; la qualité diffère d'ailleurs assez notablement d'une couche

à l'autre; ainsi le maximum de teneur en carbone fixe est de 78,7 0/0 et le minimum de 43,7. Les chiffres extrêmes en cendres sont de 33,3 et 7,8 0/0.

L'exploitation a été commencée pour mettre en valeur une partie de la couche la plus épaisse.

La situation de cette mine est telle qu'elle doit forcément avoir pour clients toutes les mines d'or du Rand, situées à l'ouest de Johannesburg avec lesquelles elle sera reliée par une voie ferrée de 28 *km*.

Compte rendu par M. Beutter de **la théorie générale des aciers**, de M. le capitaine d'artillerie L. Gages.

L'étude de M. Gages a paru dans la *Revue d'Artillerie* d'octobre 1898 à février 1899. Elle est divisée en deux parties, une première traitant des anciens aciers, l'autre donnant les nouvelles théories des aciers. L'auteur fait remarquer à ce propos que c'est aux exigences de plus en plus pressantes des cahiers des charges de l'artillerie que la sidérurgie moderne est redevable de ses plus grands progrès.

Nous ne saurions entrer dans le détail de ce compte rendu très développé; nous sommes heureux de constater que justice est rendue, au cours du travail de M. Gages, à ceux de nos collègues dont l'intervention est bien connue dans les questions qui concernent l'acier, notamment MM. Brustlein, Osmond, etc.

INFORMATIONS TECHNIQUES [1]

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Application du béton armé.** — Une intéressante application du béton armé a été faite à la construction d'un carneau de condensation des fumées dans une usine à plomb, à Leadville, Colorado. Les fumées et les gaz provenant des fours de grillage passent pour aller à la cheminée dans un carneau qui a en plan la forme d'un U à branches inégales, la plus courte part des fours, la plus longue aboutit à la cheminée.

Le carneau a son périmètre constitué par un arc de cercle de 2 *m* de rayon se raccordant à deux parois inclinées distantes de 5,30 *m*, la hauteur est de 3,90 *m*.

L'armature du béton est formée de membrures en fer à rebords cintrés et reliées par huit fers plats disposés dans le sens de la longueur ; à l'intérieur de ces ferrures est une feuille de métal déployé qui forme la paroi, le tout noyé dans le béton de ciment. Celui-ci est composé de 1 de ciment de Portland allemand et 3 de sable. L'épaisseur des parois est de 55 *mm*. A la voûte le béton est fait avec du laitier provenant des fours. A l'intérieur, la paroi est enduite d'une couche de ciment pur. Le sol est formé d'un radier en béton reposant directement sur le terrain. Une porte en tôle servant de trou d'homme est placée sur le côté. Ce travail est remarquable par le peu d'épaisseur donné aux parois relativement aux dimensions du caniveau; néamoins l'ouvrage a une rigidité parfaite et le prix, d'après le dire de l'Ingénieur, M. Messiter, a été très modéré. (*Engineering News*, 30 novembre 1899, page 336.)

2. — **Tunnel du Simplon.** — Depuis le mois d'août, la perforation du grand tunnel du Simplon, côté nord, se fait avec les forces motrices du Rhône, capté à Moerell, à 7 *km* de Brigue.

Cette captation est faite dans le lit torrentiel du fleuve : de Moerell au pont de la Massa, un canal d'amenée de 3 *km* de longueur en béton de ciment armé, système Hennebique, débite 6 à 8 m^3 d'eau par seconde avec une pente de 1,2 0/0. Il franchit les éboulis sur des chevalets d'un type absolument nouveau ou s'accroche aux parois de rochers, produisant des effets inédits de hardiesse. Ce canal a résolu le problème de permettre les dilatations et les retraits du ciment, avec un suintage insignifiant réglé par le cahier des charges et réduit au minimum.

Depuis la tête du canal d'amenée dans la colline de Massaboden, le canal de chute est constitué par une conduite en tôle d'acier de 1,60 *m*

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de M. G. Baignères, Membre du Comité.

de diamètre, construite par la maison Sulzer frères, de Winterthur. Elle amène l'eau sous pression à l'usine des forces motrices, située à l'entrée du grand tunnel. Ces travaux de captation et d'amenée des eaux du Rhône ont été exécutés par les entrepreneurs bien connus MM. Locher et Cie, de Zürich.

Deux turbines de 250 *ch* fonctionnent actuellement; une troisième de 600 *ch* fonctionnera au mois de décembre; puis, au fur et à mesure de l'avancement du tunnel se monteront de nouvelles turbines, à concurrence des 2 000 *ch* que peut produire la quantité d'eau captée au Rhône. (*Moniteur de l'industrie et de la construction*, 1er décembre 1899, page 234.)

3. — **Le chemin de fer Pan-Américain.** — D'après un rapport émanant de la Commission nommée par le Congrès Pan-Américain de 1890, la ligne qui joindra d'une manière continue New-York et Buenos-Ayres aura, lorsqu'elle sera achevée, une longueur de 16 470 *km*. Sur cette longueur, 7 680 sont déjà construits, de sorte qu'il reste à faire 8 790 *km*.

Il y a actuellement en exploitation les 3 370 *km* qui vont de New-York à la frontière mexicaine et les 1 905 entre cette même frontière et Oaxaca, ce qui fait un tronçon continu de 5 275 *km*, représentant à peu près les deux tiers de la longueur déjà exécutée. L'autre tiers se compose de 5 *km* au Guatemala, 103 au Salvador, 166 au Nicaragua, 245 au Pérou, 314 en Bolivie et 1 503 dans l'Argentine. Rien n'a été encore fait dans le Honduras, Costa-Rica, la Colombie et l'Équateur.

Il reste à faire les longueurs suivantes : 204 *km* dans le Guatemala, 269 dans le Salvador, 116 dans le Honduras, 171 dans le Nicaragua, 580 dans Costa-Rica, 2 180 dans la Colombie, 1 060 dans l'Équateur, 2 631 au Pérou, 633 en Bolivie et 201 *km* dans l'Argentine.

D'après le rapport de la Commission, la dépense d'exécution de ces divers tronçons s'élèvait à un total de 910 millions de francs, ce qui représente un prix kilométrique moyen de 133 000 *f*. Il est vrai que la dépense relative aux stations et au matériel roulant n'est pas comprise dans ce chiffre.

Les conclusions du rapport insistent sur la nécessité de compléter cette grande ligne commerciale par la construction des diverses lacunes (*Scientific American*, Supplément, 18 novembre 1899, page 19977).

4. — **Le phare d'Alexandrie.** — Une communication de M. Max van Berchem à la Société d'histoire et d'archéologie de Genève, ouvre un aperçu intéressant sur les fondations du fameux phare d'Alexandrie.

Suivant une tradition du moyen âge, cet édifice reposait sur des *cancri* de verre, terme obscur qu'un grand archéologue français, Quicherat, a proposé de rendre par *croisées d'ogives*.

En faisant de la croisée une invention de l'Orient antique, cette ingénieuse théorie renversait l'opinion courante sur l'origine française et médiéval de ce principe essentiel de l'architecture gothique, Mais les versions arabes de cette tradition montrent que *cancri* désigne bien des crabes, conclusion confirmée par un fait inattendu. Suivant ces mêmes auteurs, les deux obélisques d'Alexandrie, appelés aiguilles de Cléo-

pâtre, reposaient aussi sur des crabes de verre ou de cuivre. Or en transportant un de ces obélisques en Amérique, on a retrouvé sous sa base les restes d'un crabe de bronze, portant une inscription latine, restes déposés au Musée de New-York. Quel que soit le sens symbolique de cet appareil, il paraît démontré que le phare portait à sa base, sans doute aux quatre angles, d'énormes crabes de métal.

Peut-on vérifier directement cette hypothèse? Le phare antique a disparu et son emplacement traditionnel, accepté par la plupart des archéologues, n'a pas fait l'objet de recherches précises. Or, il résulte de nombreux textes arabes que le phare ne s'est écroulé que vers 1340 et que ses débris jonchaient encore le sol au xv^{e} siècle. En 1479, un sultan d'Égypte bâtit un château sur les fondations mêmes du phare au dire d'un auteur arabe digne de foi. Enfin, il résulte de la description minutieuse de cet auteur, d'une inscription et du récit de nombreux voyageurs chrétiens, jusqu'à nos jours, que ce château est celui qui s'élève encore à l'entrée du grand port oriental d'Alexandrie. Il renferme un donjon carré dont le côté mesure exactement la longueur d'un côté du phare, relevé par des auteurs arabes avant sa ruine. Joint à d'autres indices, ce fait précis permet de conclure qu'en fouillant sous les angles du donjon, on aurait quelque chance d'y découvrir les fondations du phare, peut-être quelques vestiges de ces merveilleux crabes de bronze, restés jusqu'ici légendaires (*Journal de Genève*, Supplément, 20 décembre 1899).

II^{e} SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, machines à vapeur, etc.

5. — **Vibrations des bielles d'accouplement.** — M. J. Keelhoff, Ingénieur des Ponts et Chaussées belges, Répétiteur à l'Université de Gand, a donné dans les *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand*, une intéressante étude sur les vibrations des bielles d'accouplement de locomotives.

Les vitesses considérables imposées aujourd'hui aux trains express en service courant, dit l'auteur, et surtout les allures exceptionnellement rapides maintenues récemment sur des trajets relativement longs, ont attiré l'attention des ingénieurs sur les bielles d'accouplement des locomotives. On a exprimé la crainte de voir la force centrifuge y causer des tensions moléculaires dangereuses, d'autant plus que cette force, changeant rapidement de sens, donne naissance à des vibrations dont l'amplitude est inconnue. Il est, en outre, assez naturel d'admettre que lorsque la durée d'une oscillation est un sous-multiple exact de celle de la vibration naturelle de la bielle, l'amplitude de ces vibrations peut se trouver augmentée par un effet analogue à celui produit par des chocs rhythmés, ce qui revient à supposer qu'il existe certaines vitesses particulièrement dangereuses pour chaque type de machines. Le but de cette étude est d'élucider cette question. L'auteur emploie la méthode généralement

admise dans la stabilité des constructions, c'est-à-dire qu'il considère à part les déformations transversales et longitudinales, quitte à rechercher après coup quelle peut être leur influence réciproque. On doit admettre que les seules forces sollicitantes à considérer sont les réactions d'inertie, l'effet de la pesanteur étant négligeable et les bielles d'accouplement ne transmettant aucun travail moteur à très grande vitesse.

Nous ne suivrons pas M. Koelhoff dans ses recherches mathématiques, nous nous bornerons à reproduire les conclusions auxquelles elles l'ont conduit.

Les tensions produites par les bielles d'accouplement sont toujours plus grandes que celles que l'on obtient en les supposant indéformables et sollicitées par la force centrifuge; suivant l'axe de la bielle, la différence est négligeable et, dans le sens transversal, elle est peu importante aux plus grandes vitesses actuellement atteintes et, pratiquement, on peut en faire abstraction. Il n'existe d'ailleurs pas de vitesses particulièrement dangereuses pour une bielle donnée; ce sont toujours les plus élevées qui sont les plus à craindre.

D'autre part, cette étude montre qu'aux vitesses actuellement atteintes (145 *km* à l'heure ont été constatés d'une manière certaine) et qui seront peut-être bientôt dépassées, la section rectangulaire ne convient plus pour les bielles d'accouplement; elle donne trop peu de raideur pour un poids donné; il faut leur donner une section plus avantageuse, celle en I, à laquelle la pratique a déjà conduit. Dans le cas où ces organes auraient une longueur exceptionnelle, il peut être utile également d'adopter une forme renflée au milieu qui soit plus ou moins d'égale résistance.

6. — **Transmission du mouvement entre arbres parallèles.** — La transmission du mouvement entre deux arbres parallèles, présente des difficultés lorsque les nombres de tours de ces arbres doivent être très différents, surtout lorsque leur distance est peu considérable. On a proposé dernièrement un système assez curieux de transmission retardatrice nommé système Grisson, d'après le nom de son auteur et dont nous trouvons la description avec figures dans l'*Industria*, numéro du 24 décembre dernier.

Dans ce système, un des axes porte un disque dont la jante présente deux gorges très profondes; dans ces gorges sont disposés des fuseaux cylindriques de sorte que la roue forme en réalité une double roue à lanterne; le second axe placé presque à toucher la jante de la roue précédente porte deux disques parallèles ayant la forme d'une courbe en cœur, les deux disques étant calés en sens inverse, soit à 180° l'un par rapport à l'autre; ces cames sont en contact avec les fuseaux et la rotation de l'un des arbres entraîne la rotation de l'autre. La présence du double contact assure la continuité du mouvement et la constance des efforts au moins dans une certaine mesure.

Il n'y a aucune difficulté par ce moyen à obtenir des rapports de un à cinquante dans les nombres de tours des deux arbres. La construction est simple, le frottement faible et l'usure des parties en contact très réduite. L'application a été faite à des moteurs électriques actionnant des perforatrices à rotation, rapport 10 à 1, à des treuils de levage action-

nés par l'électricité, de 2 à 10 tonnes, à des grues électriques, rapport 1 à 20. Dans des automobiles, une distance donnée des deux axes permet un rapport de 1 à 18, alors qu'avec la transmission à engrenage on n'aurait pu avoir que 1 à 8. On a pu disposer une transmission dans le rapport de 1 à 50 avec une distance de 1 073 *m* entre les deux arbres.

7. — **Chauffage mécanique sur les navires.** — Les autorités navales des États-Unis ont fait des essais d'appareils de chauffage mécanique appliqués à des chaudières avec l'eau dans les tubes sur un vapeur de lac. C'étaient des chaudières de Babcock et Wilcox au nombre de deux, fournissant de la vapeur à 18 *kg* de pression à une machine à quadruple expansion développant environ 1 600 *ch* indiqués. Ces générateurs avaient une surface de grille collective de 6,05 m^2 et une surface de chauffe de 558. Le poids était de 65 *t* et celui de l'eau contenue de 15 ; total 80 *t*.

Chaque chaudière était munie de trois appareils mécaniques de chauffage à alimentation par le bas. On a fait six essais de six heures chacun et les appareils de chauffage se sont parfaitement comportés. Il a été constaté pour les machines principales une dépense de vapeur de 6,52 *kg* par cheval indiqué ; celle des machines auxiliaires a été de 1,13 par cheval rapportée aux machines principales, ce qui donne pour celles-ci un total de 7,65 *kg*. La dépense en charbon des grandes machines a été comprise entre 0,74 et 0,85 *kg* et celle de l'ensemble de l'appareil moteur entre 0,86 et 1 *kg*. La vaporisation a été trouvée en moyenne de 11 *kg* d'eau et de 100° C. par kilogramme de combustible. C'est un résultat d'autant plus satisfaisant que le combustible employé dans ces essais était de médiocre qualité. (*The Iron and Coal Trade-Review*, 27 octobre 1899, page 753.)

8. — **Les plus gros transatlantiques actuels.** — Le steamer *Ivernia*, construit pour le compte de la Compagnie Cunard, a été lancé dernièrement des chantiers de MM. Swan et Hunter, à Wallsend sur la Tyne. Ce navire, destiné au transport des marchandises et des bestiaux est, au point de vue du tonnage, le quatrième parmi les steamers actuellement à flot. Il a 177 *m* de longueur, 19,65 *m* de largeur et 15,10 *m* de creux ; son tonnage est de 13 900 *tx* environ. Il est semblable au *Saxonia* de la même Compagnie en construction en même temps. On trouvera dans le tableau ci-dessous les dimensions de quelques navires qui tiennent actuellement la tête au point de vue du tonnage. On y voit que le plus long, sinon le plus gros est le *Deutschland*.

		Tonnage	Longueurs
		—	—
Oceanic	Anglais	17 274 *tx*	209,10 *m*
Deutschland	Allemand	16 500	209,40
Kaiser Wilhelm der Grosse. . .	—	14 350	194,40
Ivernia et *Saxonia*	Anglais	13 900	177,00
Patricia.	Allemand	13 000	170,80
Campania et *Lucania*.	Anglais	12 950	183,30
Pennsylvania.	Allemand	12 900	170,00
Graf Waldersee	—	12 800	170,00

Les différentes lignes transatlantiques se sont pourvues de matériel neuf pour parer au trafic que ne manquera pas de donner l'Exposition de 1900. Sans parler de l'*Océanic* de la White Star Line qui est en tête de la liste pour son tonnage qui correspond à un déplacement de 28 500 *tx*, on peut citer les paquebots *Savoie* et *Lorraine* de la Compagnie Générale Transatlantique (1), le *Kaiserin Maria Theresa* et le *Grosser Kurfurst* du Nord Deutcher Lloyd; le premier de ces deux paquebots allemands est la *Sprée* allongée et munie de nouvelles machines.

Ce vapeur aura 166,50 *m* de longueur, 15,90 *m* de largeur et 11,30 *m* de creux, avec un déplacement de 13 600 *tx* en charge. La ligne Hambourgeoise-Américaine aura la *Columbia* rachetée au gouvernement espagnol et le paquebot neuf *Deutschland* (2); ce dernier aura 209,40 *m* de longueur, 20,50 *m* de largeur et 13,40 de creux. Il doit réaliser une vitesse de 23 nœuds avec une puissance de 33 000 *ch* (sources diverses).

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

9. — **Les hauts fourneaux aux États-Unis.** — Nous avons, dans les *Informations Techniques* de février 1899, page 342 donné quelques renseignements sur le nombre de hauts fourneaux et la production de fonte des plus grandes usines sidérurgiques de la Grande-Bretagne et du Continent. Dans cette liste ne figurent pas les usines de la maison de Wendel, en Lorraine, qui comptent 18 hauts fourneaux dont la production collective peut atteindre 730 000 *t* par an. Voici, d'après le *Scientific American*, supplément du 2 décembre 1899, page 20001, le nombre de hauts fourneaux et la production des quatorze plus grosses Sociétés métallurgiques des États-Unis,

	Hauts fourneaux	Production annuelle
Carnegie Steel Cy.	17	2 200 000 *t*
Federal Steel Cy	19	1 900 000
Tennessee Coal and Iron Cy.	20	1 307 000
National Steel Cy.	12	1 205 000
Virginia Iron, Coal and Coke Cy. . .	12	566 000
Cambria Iron and Steel Cy.	6	480 000
Lackawanna Iron and Steel Cy. . . .	9	440 000
American Steel and Wire Cy.	5	385 000
Maryland Steel Cy	4	358 000
Republic Iron and Steel Cy.	5	325 000
Empire Iron and Steel Cy	10	319 000
Pennsylvania Steel Cy, ...	5	300 000
Slon Iron and Steel Cy	4	225 000
Colorado Fuel and Iron Cy.	3	200 000

(1) Ces paquebots auront 174,20 *m* de longueur, 15,30 *m* de largeur, 12 *m* de creux et déplaceront 15 200 *tx*. L'appareil moteur développera 22 000 *ch*.

(2) Ce paquebot a été mis à l'eau en grande cérémonie et en présence de l'empereur, des chantiers de la Société Vulcan, à Stettin, le 10 janvier 1900.

La production annuelle des quatre plus grandes Sociétés, la Carnegie, la Federal, la Tennessee et la National représente collectivement un chiffre de 6 612 000 *t* de fonte, c'est-à-dire plus que la moitié de la production totale en 1898, mais on peut dire d'une manière générale que ces quatre Sociétés ont une production annuelle normale égale à la moitié de celle des États-Unis.

10. — **Fabrication des sabres japonais.** — Un mémoire de M. Gilberston donne d'intéressants détails sur la fabrication des célèbres sabres japonais. Les lames de ces sabres sont faites avec un métal préparé avec un minerai de fer magnétique et du sable ferrugineux.

Voici le procédé de fabrication : on soude une lame d'acier à une tige de fer qui sert de manche. D'autres lames ou feuilles d'acier sont soudées sur la première jusqu'à ce que le paquet arrive à avoir 0,15 à 0,20 *m* de longueur sur 40 à 60 *mm* de largeur et 6 à 18 *mm* d'épaisseur. Cette barre, portée à une chaleur blanche, est doublée sur elle-même et battue jusqu'à ce qu'elle ait repris les dimensions primitives. On répète cette opération quinze fois. Quatre barres semblables sont soudées ensemble, doublées sur elles-mêmes, soudées et battues encore cinq fois. Les couches de métal superposées arrivent, par ce traitement, à être si minces qu'on estime qu'un sabre japonais contient près de 1.200.000 couches de métal.

On soude quelquefois ensemble une feuille d'acier et une feuille de fer et on obtient par ce procédé des dessins présentant alternativement un grain fin et des veines. Lorsque la lame est achevée, on la gratte sur toute la surface et on façonne le manche qui reçoit la poignée. On passe ensuite la lame à la meule et, si le fabricant, après examen attentif, en est satisfait, il grave son nom sur le manche.

Il reste à ornementer la lame. Pour cela, on commence par la recouvrir d'un mélange d'argile, de sable de rivière très fin et de charbon de bois pulvérisé avec beaucoup de soin. Autrefois, on prenait l'argile nécessaire sur le mont Inari, après que les ouvriers avaient eu soin d'adresser une prière à la divinité tutélaire de cette montagne pour lui demander la permission de prendre les matériaux nécessaires. Lorsque l'enduit qui recouvre la lame est presque sec, on y trace le dessin formé de traits qui pénètrent jusqu'à la surface du métal, puis on chauffe sur un feu préparé spécialement à cet effet et, lorsque la température est convenable, ce qui ne peut s'apprécier que par une longue expérience, on plonge le tout dans l'eau ou dans l'huile, selon les cas. L'aiguisage d'un sabre de fabrication très soignée demande jusqu'à cinquante journées de travail. *(The Iron and Coal Trades Review.)*

11. — **Couleurs de l'acier aux différentes températures.** — Les indications données dans les ouvrages classiques sur les couleurs du fer et de l'acier aux diverses températures sont si différentes qu'il est bien difficile d'en tirer parti dans la pratique. Le pyromètre Le Chatelier, en fournissant un moyen simple et précis d'évaluer les températures élevées, a permis d'obtenir des données très précises à cet égard.

MM. Maunsel White et P. W. Taylor ont présenté sur cette question une étude à la réunion à New-York de l'*American Society of Mechanical*

Engineers. Les auteurs citent d'abord les recherches faites, il y a cinq ou six ans, par le Dr H. M. Howe, recherches non encore publiées et qui ont donné les résultats suivants :

Couleurs	Températures en degrés C.
Rouge sombre	550 à 625
Cerise	700
Rouge clair	850
Jaune foncé	950 à 1.000
Jaune clair	1.050
Jaune très clair	1.100
Blanc	1.150

Une difficulté dans ce genre d'observations consiste en ce que les divers expérimentateurs ne voient pas de la même façon la même couleur, ce qui donne lieu à des divergences. De plus, la lumière extérieure influence à divers degrés la détermination des températures par l'œil.

Les auteurs ont adopté les désignations suivantes pour les différentes couleurs observées.

Couleurs	Températures en degrés C.
Rouge sang noir, rouge noir	530
Rouge sombre, rouge sang	565
Rouge cerise sombre	635
Rouge cerise moyen	675
Cerise, rouge vif	745
Cerise clair, chaleur oxydante, rouge clair	840
Saumon, orange, chaleur très oxydante	905
Saumon clair, orange clair	940
Jaune	995
Jaune clair	1.080
Blanc	1.200

Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt pratique que présentent ces déterminations *(Engineering News*, 7 décembre 1899, page 367).

12. — **Établissement de refuges dans les galeries de mines.** — Il semble que l'établissement de refuges dans les mines dangereuses contribuerait considérablement à la sécurité des ouvriers qui y travaillent et aurait pour effet de réduire le nombre actuellement très notable des victimes des explosions. Voici comment on pourrait réaliser ces refuges. Il y a toujours dans les exploitations de mines un certain nombre de chaudières hors d'usage. On prendrait les enveloppes de ces chaudières, c'est-à-dire les corps cylindriques débarrassés des tubes ou carneaux, et on les couperait en tronçons, lesquels seraient descendus dans les galeries et placés le plus près possible des fronts de taille dans des espaces ménagés à cet effet, les tronçons seraient réunis plusieurs ensemble par des boulons avec des joints étanches et munis de portes également étanches. Ces compartiments-abris pourraient contenir une quarantaine d'hommes, ils seraient mis en communication par

un tuyautage, formé, au besoin, de vieilles conduites de vapeur, avec les puits; ce tuyautage desservirait plusieurs refuges et on y refoulerait de l'air en cas d'accident par des moyens mécaniques faciles à imaginer. Rien n'empêcherait de disposer dans ce tuyautage un fil électrique pour permettre aux personnes réfugiées dans ces abris de se mettre en communication avec l'extérieur. L'*Iron and Coal Trades Review*, auquel cette idée est communiquée, la reproduit en disant qu'il voit dans sa réalisation bien des difficultés pratiques, mais qu'il croit cependant utile de la faire connaitre.

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

13. — **La vie de la matière.** — Au sujet de l'article inséré sous ce titre dans la Chronique de novembre dernier, page 699, notre Collègue, M. Gabriel Faurie, ingénieur-conseil en matière de résistance et de travail des métaux, a bien voulu nous adresser la communication suivante. L'article en question contenait le passage suivant : « Quand on soumet un barreau d'acier à une traction suffisante pour amener sa rupture, il se forme d'abord un étranglement au point où le barreau rompra. Mais, si l'on cesse de tirer aussitôt que l'étranglement est devenu apparent et que l'on ramène par tournage le barreau à un diamètre constant pour recommencer avec lui la même expérience, on sait que, dans ce second cas, la striction se produit toujours à un point différent du premier, et toujours, aussi souvent que l'on répète l'expérience, l'étranglement se produit à un endroit nouveau. »

M. Faurie fait observer que cette expérience est l'une de celles qu'il a instituées pour déterminer la cause de l'écrouissage et indique qu'il a obtenu des résultats un peu différents sur un point important : les strictions successives ne se produisent pas en des points quelconques sur tout le barreau, mais en des points régulièrement espacés, d'une distance égale au double de la longueur totale de l'étranglement. Cette remarque nous paraît intéressante à signaler.

14. **Fixation de planchers en bois sur des poutrelles en fer.** — La fixation de planchers en bois sur des fers à double ou simple T, présente des difficultés qui ont été surmontées d'une façon très simple dans une forme de poutrelles due à A. Ziegler, de Bielefeld. Les ailes du double T présentent un renflement rempli par une cavité dont les parois se rapprochent vers la surface horizontale extérieure de l'aile. Cette cavité reçoit soit un morceau de bois, soit du plomb fondu que la forme même de la cavité empêche de sortir. On peut ainsi fixer des planches au moyen de clous ou de vis qui s'enfoncent dans la matière relativement tendre qui remplit les cavités. (*Il Politecnico*, octobre 1899, page 643, d'après la *Deutsche Bauzeitung*, article illustré.)

15. — **Noir de fumée obtenu avec l'acétylène.** — Au Congrès international de l'acétylène, qui s'est tenu cette année à Budapest, le

docteur A. Ludwig, de Berlin, a lu un mémoire sur la fabrication du noir avec l'acétylène. On sait que le noir de lampe peut se préparer par deux méthodes. Dans l'une on fait brûler des huiles peu coûteuses ou du goudron dans un récipient ouvert avec juste la quantité d'air nécessaire pour entretenir la combustion, de manière à faire produire le plus de fumée possible, celle-ci étant dirigée dans des chambres en briques ou dans des sacs de toile où le noir se dépose. En pratique, un carbure qui contient 90 0/0 de carbone ne donne guère que 25 0/0 de noir.

Un autre procédé, dans lequel on emploie surtout le gaz naturel, aux États-Unis, consiste à faire brûler un jet de gaz sous un disque métallique tournant dans un plan horizontal, lequel disque est refroidi à la partie supérieure par de l'air ou de l'eau, tandis que la surface où se dépose le noir est raclée d'une manière continue.

D'après l'auteur, l'acétylène fournirait le noir d'une manière très avantageuse par les deux méthodes précédentes. On peut, en outre, utiliser la propriété que présente ce corps de se décomposer à l'abri de l'air en ses éléments à une température de 770° C. Au-dessous de 2 *atm*, la décomposition a lieu par l'étincelle électrique, et on peut obtenir la presque totalité du carbone, soit 92,3 0/0. On peut encore décomposer l'acétylène par le chlore, mais le carbone qu'on obtient est plutôt de la nature du graphite que de celle du noir de lampe et ne convient pas pour les emplois de ce dernier. Le noir d'acétylène est très pur et exempt des matières grasses que contiennent certains noirs et qui empêchent de les broyer à l'eau.

Le commerce du noir de lampe est très important; la fabrication des encres d'imprimerie en emploie des quantités énormes. Un journal quotidien un peu important en consomme facilement 25 *kg* par tirage. La peinture en emploie aussi beaucoup.

On peut se demander, toutefois, si la préparation par l'acétylène serait assez économique pour faire adopter ce procédé. Le noir de lampe vaut, au plus, de 50 à 75 *f* les 100 *kg*. Or, le carbure de calcium contient environ 40 0/0 de son poids de carbone; si on admet le prix de 500 *f* la tonne, les 100 *kg* de noir, en supposant l'utilisation complète, coûteront 125 *f* de matière seule. Il faudrait donc des avantages bien extraordinaires pour faire passer sur cette énorme différence de prix. Comme le dit le journal, dont nous extrayons ce qui précède, l'acétylène paraît, jusqu'à nouvel ordre, plus propre à produire de la lumière que du noir. (*Engineer*, 11 août 1899, page 141.)

16. — **Application de la laine minérale.** — Au nombre des expériences faites par la Commission anglaise pour la prévention des incendies, on peut citer la suivante, qui présente une application intéressante de la laine des scories ou laine minérale.

Il s'agissait de rendre incombustible un plafond formé de solives de sapin de 75 × 220 *mm* de section, écartées de 0,48 *m* d'axe en axe, et sur lesquelles était cloué un plancher en planches de 21 *mm* d'épaisseur assemblées à rainures et languettes. Des feuilles de laine minérale, de 45 *mm* d'épaisseur, faites en emprisonnant cette matière entre deux treillis de fil de fer galvanisé, à mailles de 25 *mm*, ont été appliquées

sur les solives au moyen de vis à bois, de manière à former plafond.

On a chauffé le plafond au moyen de becs de gaz jusqu'à ce que les pyromètres indiquent une température de 900° C. On arrêta le gaz et on arrosa la moitié du plafond avec de l'eau. Pendant l'expérience. le plancher supérieur devint très chaud et se déjeta un peu en émettant quelque fumée, mais il demeura intact.

Après l'essai, on put constater que la totalité de la laine minérale etait restée en place et que le treillis métallique n'avait pas souffert ; seul le zinc qui le recouvrait avait disparu (*Engineering*, 1er décembre 1899, page 693).

Ve SECTION

Électricité.

17. — **Cuivrage électrique des coques de navires.** — Nous avons, dans les *Informations techniques* de mars 1899, page 509, donné quelques détails sur un essai de cuivrage électrique fait sur la coque d'un remorqueur aux Etats-Unis. Une note contenue dans le *Journal of the Franklin Institute*, décembre 1899, page 473, donne de nouveaux détails sur cette application qui parait avoir été couronnée du succès le plus complet car, depuis le commencement de 1895, époque à laquelle le cuivrage a été appliqué à la coque de ce bateau, celle-ci est toujours restée propre, même dans les eaux peu profondes de la Chesapeake, où les remorqueurs qui y fonctionnent ont généralement besoin de faire nettoyer leurs fonds toutes les quatre semaines.

Le gouvernement des Etats-Unis a l'intention de faire cuivrer les fonds des nouveaux navires de guerre en construction, mais on procéderait en cuivrant les tôles avant de les fixer sur les membrures. L'épaisseur du cuivre serait de 1/32e de pouce, soit 0,8 de millimètre.

Le coût de ce cuivrage ressortirait à 165 *f* environ par mètre carré. Le système actuel, qui consiste à poser une couche de bois sur la carène en fer ou en acier au moyen de boulons à tête noyée et à mettre un doublage en cuivre sur le bois revient à 280 *f* par mètre carré.

Outre la dépense plus élevée, le système actuel a l'inconvénient du poids ; pour un navire de 75 *m* de longueur, le supplément est de plus de 100 *t*. De plus, le bois se laisse pénétrer par l'eau de mer et il se forme par son intermédiaire un élément constitué par le fer de la coque et le cuivre du doublage.

Si ce procédé réussit définitivement dans la pratique, il résoudra une difficulté considérable.

On estime à 100 000 *f* par an la consommation de charbon représentée pour un grand transatlantique par la résistance d'une carène malpropre. Si on ajoute seulement deux passages à la forme par année, à 35 000 *f* chacun, on trouve une dépense annuelle de 170 000 *f* du chef de la salissure de la coque. On peut admettre qu'un paquebot faisant 20 nœuds à l'heure gagnerait un nœud avec une carène cuivrée. On sait que la peinture, même appliquée avec soin, n'a jamais le poli du cuivre.

18. — **Automobiles électriques.** — Il a été fait récemment aux États-Unis des essais sur une automobile électrique de la Columbia and Electric Vehicle Company, essais destinés à permettre d'apprécier la capacité de parcours avec un poids donné d'accumulateurs. L'essai a été fait entre Camden et Atlantic City.

Cette voiture pèse à vide 544 *kg*, avec les accumulateurs 992 *kg*, soit 448 *kg* pour ceux-ci et, avec les voyageurs et bagages, 1 180 *kg*. Il y a 48 éléments d'accumulateurs divisés en quatre boîtes de 12 chacune ; chaque élément se compose de 11 plaques. La capacité de la batterie est, déchargée à 22 ampères, de 154 ampères-heures. On a effectué un parcours de 100 milles, soit 161 *km* ; les résultats ont été les suivants :

Distance parcourue	161 *km*.
Temps total du parcours	7 h. 45 m.
Vitesse moyenne par heure	20,78 *km*.
Voltage à la fin du parcours	78 à 22 amp.
Kilowatt-heures dépensés	13,6
— chargés	20,9
Dépense de chargement à 31 centimes par kilowatt-heure	6,50 *f*
Dépense par kilomètre	4 centimes.

Le meilleur record obtenu précédemment par une automobile électrique était de 136 *km* à la vitesse moyenne de 18,7 *km* à l'heure avec un poids d'accumulateurs de 906 *kg*. On fait observer que le prix de 31 centimes par kilowatt pourrait encore être abaissé par la création de stations centrales spéciales (*Electrical World and Engineer*, 23 décembre 1899).

19. — **Chariot transbordeur électrique sans fosse de la Compagnie d'Orléans.** — Ce chariot se compose de deux trucks distincts, l'un porteur et l'autre moteur. Ces deux trucks sont attelés entre eux au moyen de mains à chevilles permettant en cas d'avarie du moteur d'utiliser le porteur comme on le fait d'un chariot ordinaire.

Le porteur est le chariot à niveau type P.-L.-M. avec deux légères modifications qui intéressent le chemin de roulement d'une part et le calage d'arrêt d'autre part.

Le truck moteur a 1,13 *m* de plus de longueur que le chariot-porteur aiguilles comprises.

La dynamo unique qui commande soit la translation, soit le halage, reçoit le courant par un trolley à trois fils aériens, la distribution étant faite par courant continu sous 375 volts, l'un des fils amène le courant à l'induit sous la tension extrême de 375 volts ; le second fil conduit le courant partiel de 125 volts à l'inducteur et le troisième fil ferme les deux circuits, la distribution n'ayant pas de pôle à la terre.

La dynamo électromotrice et les appareils de réduction de vitesse et d'embrayage sont montés à l'intérieur d'un châssis en fonte, formant caisse. Un limiteur d'effort est intercalé entre la dynamo et les appareils de réduction.

L'arbre des embrayages actionne, par l'intermédiaire d'un rapport

d'engrenage, un second arbre sur lequel est claveté un pignon double pour chaîne Galle.

Ces chaînes transmettent le mouvement à deux essieux du truck et ces deux essieux entraînent les autres galets par d'autres chaînes Galle, de façon à rendre adhérent le poids entier du chariot moteur.

La commande du tambour du cabestan s'effectue par l'intermédiaire d'une vis sans fin.

Le conducteur, abrité dans une cabine vitrée, a sous sa main six leviers différents avec lesquels il exécute toutes les manœuvres.

Le combinateur est d'un système spécial étudié par la maison Sautter-Harlé.

Les consommations d'énergie pour les manœuvres de translation sont résumées dans le tableau ci-dessous.

	Consommation en kilowatts	
	Transbordeur vide pesant 13 *t.*	Transbordeur avec surcharge de 13 *t.*
	—	—
Démarrage.	8 à 9 *kw*	12 à 15 *kw*
Petite vitesse de 0,90 *m* par seconde .	2,5 à 3,7 *kw*	3,7 à 5,2 *kw*
Grande vitesse de 1,40 *m* par seconde.	3,7 à 4,5 *kw*	6,4 à 8,2 *kw*

Le halage d'une voiture de 13 *t* à la vitesse de 0,80 *m* par seconde, absorbe de 2,5 *kw* à 3,7 *kw*, le halage à vide absorbe 1,9 *kw*.

Le prix d'établissement du chariot électrique de la gare d'Orléans à Paris se décompose ainsi qu'il suit :

Chemin de roulement de 150 *m* croisant 20 voies transversales	15 000 *f*
Transporteur et moteur avec les appareils de calage.	10 500
Moteur électrique (transbordeur et cabestan), trolleys et conducteurs aériens	19 500
TOTAL	45 000 *f*

(Voir la Note de M. Sabouret dans le n° 6 de décembre 1899 de la *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways.*)

G. B.

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :

A. MALLET.

BIBLIOGRAPHIE

Étude sur les grands viaducs, par D. José Eugenio Ribera, Ingénieur des Ponts et Chaussées espagnols (Texte espagnol) (1).

Ce nouvel ouvrage de l'auteur, dont nous avons déjà présenté à nos collègues (Bulletin de juin 1899, page 1084) une intéressante étude sur les ponts avec fondation sur pieux à vis, lui a été inspiré par la variété des solutions par lesquelles on résout actuellement le problème de la traversée des vallées par des voies telles que routes ou chemins de fer. Il a pensé qu'il était intéressant de présenter ces solutions diverses dans une étude comparative qui contribuerait à faciliter le choix à faire entre elles dans un cas donné.

Après avoir, dans un premier chapitre, classé ces solutions en donnant de chacune un ou plusieurs exemples bien choisis, l'auteur en consacre plusieurs au calcul des diverses parties des ouvrages, poutres, piles, arcs encastrés, arcs articulés, etc., puis il étudie spécialement le cas des arcs métalliques, pour lesquels sept dispositions différentes sont examinées; à la suite vient l'étude des viaducs entièrement en maçonnerie et celles des ouvrages analogues à poutres métalliques droites sur piles en métal ou en maçonnerie. Il est fait mention également de systèmes particuliers, tels que les bow-strings, quelques systèmes américains et les ponts suspendus.

Les conclusions, naturellement très développées vu l'importance du sujet et la manière étendue dont il a été traité, sont intéressantes. Il nous suffira probablement pour permettre d'apprécier les idées de M. Ribera à cet égard de donner les titres des divers paragraphes dans lesquels sont formulées ces conclusions: Importance de la question économique dans l'étude des grands viaducs; nécessité de la réduction des travaux de maçonnerie; utilité de l'emploi sur une large échelle de béton en remplacement de maçonnerie plus coûteuse; utilité de l'étude de diverses solutions pour un cas donné; inconvénients des arcs métalliques de grande flèche; avantages des arcs articulés sur les arcs encastrés; arcs semi-encastrés et piles articulées; comparaison entre les diverses solutions; comparaison des poids des arcs dans divers modes de construction employés aujourd'hui.

Les calculs auxquels nous avons fait allusion plus haut, pour les poids des poutres, arcs, piles, etc., sont présentés dans cinquante-deux tableaux numériques qui accompagnent ce livre, lequel est complété par trente planches de grand format donnant les ensembles et les détails d'un grand nombre d'ouvrages d'art choisis parmi les plus intéressants des divers systèmes. Nous sommes persuadé que le livre que nous venons de présenter à nos collègues formera une contribution importante à la littérature des grands ouvrages métalliques et sera surtout de nature à rendre d'utiles services à ceux d'entre eux qui connaissent l'espagnol; les planches peuvent d'ailleurs être consultées avec fruit par tout le monde.

A. Mallet.

(1) Un volume in-8° de 317 pages, 52 tableaux et XXX planches. *Revista de Obras Publicas*, Madrid.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

Fritz BRAUER

PAR

M. A. BRANCHER.

La mort de Fritz Brauer a causé aux nombreux amis qu'il comptait dans notre Société une douleur d'autant plus vive qu'elle fut soudaine et imprévue.

Né à Grafenstaden en 1851, Fritz Brauer était le fils et le continuateur de notre vénéré Collègue Charles Brauer et neveu de Messmer, le mécanicien réputé d'Alsace. L'histoire de Grafenstaden est étroitement liée au nom même des Directeurs de cette usine, qui était le berceau de leur famille.

Ce petit bourg alsacien situé sur l'Ill vit sa prospérité grandir avec celle de l'usine, dont la création a été provoquée par Quintenz, un ancien moine bénédictin, et que dirigea, pour la construction de sa bascule décimale, Schwilgué, le constructeur de la célèbre horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg.

Dès 1838, les ateliers de Grafenstaden, sous la direction de Messmer, établirent des machines-outils recherchées partout; depuis 1846, la construction des locomotives et de tout l'outillage spécial s'y rapportant donna un nouvel essor à ces établissements, qui comptèrent parmi les plus importants de cette région si industrielle. — Nos Collègues des Chemins de fer ont toujours eu avec les Directeurs de Grafenstaden des relations suivies et empreintes de sympathie. Fritz Brauer, le dernier, fit toujours honneur à sa lignée d'hommes de cœur, dévoués à leur tâche et fidèles à leurs amitiés.

Je ne retracerai pas ici la vie de travail de Fritz Brauer sous la direction de son père, les nombreux voyages d'études à l'étranger : en Autriche, en Angleterre, en Amérique où en 1893, il était des nôtres à Chicago.

Chacun de nous espérait le retrouver en 1900 à cette Exposition universelle pour laquelle il se préparait avec tant d'ardeur.

Mécanicien de grand mérite, éminemment pratique en son art, il avait, comme beaucoup de ses compatriotes, le don des langues et des idiomes, si bien que ses séjours à l'étranger lui profitaient plus qu'à tout autre; il recevait l'accueil le plus empressé dans tous les ateliers de mécanique où son nom était si estimé. Il fut non seulement un technicien distingué, mais un chef d'usine accompli, se préoccupant de poursuivre l'œuvre si bien commencée par son père, pourvoyant au bien-être moral et matériel de son personnel. Il fut aidé dans cette tâche par les Administrateurs de la Société Alsacienne, qui avaient pour nos Collègues Brauer la plus grande estime, ainsi qu'en témoigne l'éloge que M. Knecht, président du Conseil d'administration, a prononcé sur sa tombe et les paroles pleines de sincère émotion de M. de Glehn, Administrateur-Directeur de la Société.

Le concours de tout le personnel et de la population de Grafenstaden à ses obsèques, la profonde tristesse de ses collaborateurs étaient le témoignage touchant de l'affection que tous lui portaient, et dont en termes émus M. Schmitthaeusler, s'est fait l'interprète.

Fidèle à ses amis, Brauer aimait profondément la Société des Ingénieur civils de France et tout ce qui le rattachait à notre pays. Aussi conserverons-nous un pieux souvenir de ce Collègue si franchement sympathique et adressons-nous de la part des amis nombreux qu'il comptait dans notre Société une expression de profonde condoléance à sa veuve et à ses enfants et de vive sympathie à son père, notre Collègue, si douloureusement éprouvé.

LISTE

DES

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

REÇUES PAR LA SOCIÉTÉ DES

INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

AU

1er JANVIER

1900

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS PAR AN
EN FRANÇAIS	
Académie des Sciences (Comptes Rendus)	52
Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Clermont-Ferrand (Mémoires).	1
Aéronaute (L')	12
Album de Statistique Graphique relatif aux Chemins de Fer, Routes Nationales, Navigation, etc., de la France	1
Album National du Commerce et de l'Industrie	1
Almanach Hachette	1
Analyse des Eaux prélevées par le Laboratoire Municipal	52
Annales de la Construction (Nouvelles)	12
Annales des Chemins Vicinaux	12
Annales des Mines	12
Annales des Ponts et Chaussées (Partie Administrative)	12
Annales des Ponts et Chaussées (Partie Technique)	4
Annales des Travaux Publics de Belgique	6
Annales du Commerce Extérieur	12
Année Industrielle (L')	1
Année Scientifique et Industrielle (L')	1
Annuaire-Almanach du Commerce, de l'Industrie, etc. (Didot-Bottin)	1
Annuaire-Chaix. Les Principales Sociétés par Actions	1
Annuaire d'Adresses des Fonctionnaires du Ministère des Travaux Publics	1
Annuaire de l'Administration des Postes et des Télégraphes de France	1
Annuaire de l'Économie Politique et de la Statistique	1
Annuaire de l'Industrie Française et du Commerce d'Exportation	1
Annuaire de la Construction Mécanique et de la Métallurgie (Grand)	1
Annuaire de la Librairie Française	1
Annuaire de la Presse Française et du Monde Politique	1
Annuaire des Adresses Télégraphiques de Paris et d'un grand nombre d'Adresses des Départements et de l'Étranger	1
Annuaire des Architectes, des Ingénieurs et des Entrepreneurs	1
Annuaire des Chemins de fer	1
Annuaire des Journaux	1
Annuaire des Longitudes	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Annuaire des Mines, de la Métallurgie, de la Construction Mécanique et de l'Électricité	1
Annuaire des Sociétés Savantes, Littéraires et Artistiques de Paris	1
Annuaire du Bâtiment (Sageret)	1
Annuaire Farjas pour les Inventeurs	1
Annuaire Général des Industries, Gaz, Eaux, Électricité (Guide-)	1
Annuaire Général du Bâtiment et des Travaux Publics	1
Annuaire Statistique de la France	1
Association Alsacienne des Propriétaires d'Appareils à Vapeur (Section Française)	1
Association Amicale des Anciens Élèves de l'École Centrale (Bulletin)	12
Association Amicale des Élèves de l'École Nationale Supérieure des Mines (Bulletin)	12
Association Amicale des Ingénieurs Électriciens (Mémoires et Compte Rendu des Travaux)	4
Association de Propriétaires d'Appareils à Vapeur (Compte Rendu des Séances des Congrès des Ingénieurs en Chef)	1
Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France et de l'Étranger (Bulletin)	12
Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail (Bulletin)	1
Association des Ingénieurs de l'Institut Industriel du Nord	4
Association des Ingénieurs-Électriciens sortis de l'Institut Électro-Technique Montefiore (Bulletin)	12
Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège (Annuaire)	5
Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège (Bulletin)	4
Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Bruxelles. Ecole Polytechnique. Liste des Membres	1
Association des Ingénieurs sortis des Écoles Spéciales de Gand (Annales)	4
Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise	1
Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur du Nord de la France	1
Association Française pour l'Avancement des Sciences (Comptes Rendus des Sessions)	1
Association Internationale pour l'Essai des Matériaux (Statuts et État nominatif des Membres)	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS PAR AN
Association Internationale pour la Protection de la Propriété Industrielle (Annuaire)	1
Association Lyonnaise des Propriétaires d'Appareils à vapeur	1
Association Normande pour prévenir les Accidents du Travail (Bulletin)	1
Association Parisienne des Propriétaires d'Appareils à Vapeur (Bulletin)	1
Association Polytechnique (Bulletin)	12
Association Technique Maritime (Bulletin)	1
Atlas des Voies Navigables de la France	1
Avenir de l'Automobile et du Cycle (L')	12
Avenir des Chemins de Fer (L')	52
Bibliographie de la France, Journal Général de l'Imprimerie et de la Librairie	52
Bibliographie des Sciences et de l'Industrie	12
Brevets de Sucrerie (Les). Recueil Mensuel des Brevets d'Invention de Sucrerie et de Raffinerie	12
Bulletin des Transports en commun	12
Bulletin des Transports Internationaux par Chemins de Fer (Berne)	12
Bulletin du Ministère de l'Agriculture	6
Bulletin Historique et Scientifique de l'Auvergne	12
Bulletin International de l'Électricité	52
Bulletin Officiel du Ministère des Colonies	12
Bulletin Russe de Statistique et de Législation (Saint-Pétersbourg)	1
Bulletin Technique. Revue Mensuelle des Sciences, de l'Industrie et du Commerce	12
Bureau International des Poids et Mesures (Travaux et Mémoires)	1
Chambres de Commerce (Le Journal des)	24
Chambre de Commerce de Dunkerque (Procès-verbaux des Séances)	12
Chambre de Commerce de Dunkerque (Statistique)	12
Chambre de Commerce de Paris (Bulletin de la)	52
Chambre de Commerce de Paris (Travaux de la)	1
Chambre de Commerce de Rouen (Compte Rendu des Travaux)	1
Chambre de Commerce Française d'Alexandrie (Bulletin)	12
Chambre de Commerce Française de Charleroi et des Provinces Wallones (Rapport)	1
Chambre de Commerce Française de Portugal (Bulletin)	12
Chauffeur (Le) (4e Série du Technologiste)	24

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Chemin de fer du Nord (Rapport présenté par le Conseil d'Administration)	1
Chemin de Fer du Nord de l'Espagne (Rapport du Conseil d'Administration)	1
Chemin de Fer Grand Central Belge. Direction des Voies et Travaux (Compte Rendu)	1
Chemin de Fer Grand Central Belge. Matériel et Traction (Compte Rendu)	1
Chemins de Fer, Postes, Télégraphes, Téléphones et Marine du Royaume de Belgique (Compte Rendu)	1
Chronique Industrielle	52
Ciment (Le)	12
Comité Central des Houillères de France (Annuaire)	1
Comité de Conservation des Monuments de l'Art Arabe	1
Comité de l'Afrique Française (Bulletin)	12
Comité des Forges de France (Annuaire)	1
Comité des Forges de France (Bulletin)	104
Commission Internationale du Congrès des Chemins de Fer (Bulletin)	12
Compagnie Générale des Omnibus de Paris (Rapport du Conseil d'Administration)	1
Compagnie Générale des Voitures à Paris (Rapport du Conseil d'Administration)	1
Congrès International des Accidents du Travail (Bulletin du Comité Permanent)	4
Congrès des Sociétés Savantes. Discours prononcés à la Séance du Congrès	1
Congrès des Sociétés Savantes. Programme du Congrès	1
Conseil Supérieur du Travail	1
Conservatoire des Arts et Métiers (Annales)	4
Construction Moderne (La)	52
Cosmos (Le)	52
Description des Machines et Procédés pour lesquels des Brevets d'Invention ont été pris sous le Régime de la Loi du 5 Juillet 1844	4
Direction de l'Hydraulique Agricole (Bulletin)	1
1900. Organe des Expositions	24
Echo des Mines et de la Métallurgie (L')	52
Éclairage Électrique (L')	52
École Spéciale d'Architecture (Concours de Sortie)	1
École Spéciale d'Architecture (Séance d'Ouverture)	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS PAR AN
Économiste Français (L')	52
Électricien (L')	52
Électrochimie (L')	12
Étincelle électrique (L')	24
France Automobile (La)	52
Génie Civil (Le)	52
Géographie (La) (Bulletin de la Société de Géographie)	12
Gouvernement Général de l'Algérie. Bulletin Hebdomadaire du Service des Renseignements Généraux	52
Grandes Usines (Les). Études Industrielles en France et à l'Étranger	1
Industrie Électro-Chimique (L')	12
Inspection du Travail (Bulletin)	6
Institut des Actuaires Français (Bulletin)	4
Institut Égyptien (Bulletin)	1
Journal d'Agriculture Pratique	52
Journal de la Meunerie	12
Journal de l'Éclairage au Gaz	24
Journal de l'Électricité	52
Journal de l'Électrolyse, l'Aluminium, l'Acétylène, l'Or et l'Argent	12
Journal des Chemins de Fer	52
Journal des Transports	52
Journal des Travaux Publics	104
Journal des Usines à Gaz	24
Journal Officiel	365
Journal Télégraphique (Berne)	12
Locomotion automobile (La)	52
Marine Française (La)	12
Métallurgie et la Construction Mécanique (La)	52
Mois Scientifique et Industriel. Revue Internationale d'Informations	12
Moniteur de l'Industrie et de la Construction et Bulletin de la Classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts de Genève	24
Moniteur de la Céramique, de la Verrerie, etc.	24
Moniteur de la Papeterie Française (Le)	24
Moniteur des Fils et Tissus	52
Moniteur des Intérêts Matériels	104

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Moniteur des Travaux de l'Algérie et de la Tunisie	52
Moniteur Maritime	52
Moniteur Officiel du Commerce	52
Musée Social	12
Nature (La)	52
Observatoire Météorologique Physique et Glaciaire du Mont-Blanc (Annales)	1
Office du Travail (Bulletin)	12
Papier (Le)	24
Portefeuille Économique des Machines	12
Ports Maritimes de la France	1
Praticien Industriel (Le)	24
Publications Nouvelles de la Librairie Gauthier-Villars (Bulletin)	1
Questions Diplomatiques et Coloniales. Revue de Politique Extérieure	24
Quinzaine Coloniale (La). Organe de l'Union Coloniale Française	24
Réforme Économique (La)	52
Réforme Sociale (La)	24
Régence de Tunis. Bulletin de la Direction de l'Agriculture et du Commerce	4
Répertoire Bibliographique des Principales Revues Françaises	1
Répertoire du Journal Officiel de la République Française	12
Revue Administrative des Travaux Publics	12
Revue Coloniale	12
Revue d'Artillerie	12
Revue d'Hygiène et de Police Sanitaire	12
Revue de Chimie Industrielle	12
Revue de l'Aéronautique Théorique et Appliquée	1
Revue de Législation des Mines en France et en Belgique	6
Revue de Madagascar, Organe du Comité de Madagascar	12
Revue de Mécanique	12
Revue de Navigation Intérieure	12
Revue des Cultures Coloniales	24
Revue du Génie Militaire	24
Revue Générale de Chimie Pure et Appliquée	24
Revue Générale des Brevets Allemands et Anglais	12
Revue Générale des Chemins de Fer et des Tramways	12
Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées	24

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Revue Horticole	24
Revue Industrielle	52
Revue Maritime	12
Revue Philomathique de Bordeaux et du Sud-Ouest	12
Revue Pratique de l'Électricité	24
Revue Pratique des Travaux Publics	12
Revue Scientifique et Industrielle de l'année	1
Revue Technique, Annales des Travaux Publics et des Chemins de Fer	24
Revue Universelle des Mines, de la Métallurgie, etc.	12
Semaine Financière (La)	52
Semaine Minière (La)	52
Service Hydrométrique du Bassin de l'Adour (Résumé des Observations sur les Cours d'Eau et la Pluie)	1
Service Hydrométrique du Bassin de la Seine (Résumé des Observations sur les Cours d'Eau et la Pluie)	1
Société Académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du Département de l'Aube	1
Société Académique d'Architecture de Lyon (Annales)	1
Société Anonyme du Canal et des Installations Maritimes de Bruxelles. Rapport du Conseil d'Administration	1
Société Astronomique de France (Bulletin)	12
Société Belge d'Électriciens (Bulletin)	4
Société Belge des Ingénieurs et des Industriels (Bulletin)	2
Société Belge des Ingénieurs et des Industriels (Rapport Annuel)	1
Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon (Annales)	1
Société d'Économie Politique (Bulletin)	1
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Bulletin)	12
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Compte Rendu)	24
Société de Géographie Commerciale de Bordeaux (Bulletin)	24
Société de Géographie Commerciale de Paris (Bulletin)	12
Société de Géographie de l'Est (Bulletin)	4
Société de l'Enseignement Professionnel et Technique des Pêches Maritimes (Bulletin)	4
Société de l'Industrie Minérale (Bulletin)	4
Société de l'Industrie Minérale (Compte Rendu)	12

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Société de Protection des Apprentis (Bulletin)	4
Société de Secours des Amis des Sciences (Compte Rendu)	1
Société des Agriculteurs de France (Bulletin)	24
Société des Agriculteurs de France (Session Générale Annuelle)	1
Société des Anciens Élèves des Écoles Nationales d'Arts et Métiers (Bulletin Technologique)	12
Société des Conducteurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Contrôleurs des Mines (Bulletin)	12
Société des Études Coloniales et Maritimes (Bulletin)	12
Société des Études Indo-Chinoises de Saïgon (Bulletin)	4
Société des Ingénieurs et des Architectes Sanitaires de France (Bulletin)	12
Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille (Mémoires)	1
Société de Spéléologie (Bulletin)	4
Société de Spéléologie (Mémoires)	4
Société et Chambre Syndicale des Mécaniciens, Chaudronniers, Fondeurs de Paris (Bulletin)	6
Société Forestière Française des Amis des Arbres (Bulletin)	4
Société Française de Minéralogie (Bulletin)	12
Société Française de Physique (Compte Rendu)	24
Société Française de Physique (Séances de la)	4
Société Française des Ingénieurs Coloniaux (Bulletin)	4
Société Industrielle de l'Est (Bulletin)	1
Société Industrielle de Mulhouse (Bulletin)	12
Société Industrielle de Mulhouse (Programme des Prix)	1
Société Industrielle de Reims (Bulletin)	4
Société Industrielle de Reims, Informations et Renseignements Commerciaux.	12
Société Industrielle de Rouen (Bulletin)	6
Société Industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne (Bulletin)	1
Société Industrielle du Nord de la France (Bulletin)	4
Société Industrielle du Nord de la France (Comptes Rendus)	12
Société Internationale des Électriciens (Bulletin)	12
Société Nationale d'Agriculture de France (Bulletin)	12
Société Nationale d'Agriculture de France (Mémoires, Séance Publique Annuelle)	1
Société Scientifique Industrielle de Marseille (Bulletin)	4
Société Technique de l'Industrie du Gaz en France (Compte Rendu du Congrès).	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Société Vaudoise des Ingénieurs et des Architectes (Bulletin)	8
Société Vaudoise des Sciences Naturelles (Bulletin)	2
Statistique de l'Industrie Minérale et des Appareils à Vapeur en France et en Algérie	1
Statistique de la Navigation Intérieure	1
Statistique des Chemins de Fer Français (Documents divers, 1re Partie)	1
Statistique des Chemins de Fer Français (Documents divers, 2e Partie)	1
Statistique des Chemins de Fer Français (Documents Principaux)	1
Statistique des Houillères en France et en Belgique	1
Statistique Générale de la France	1
Sucrerie Indigène et Coloniale (La)	52
Syndicat des Entrepreneurs de Travaux Publics de France (Bulletin)	24
Syndicat des Ingénieurs-Conseils en matière de Propriété Industrielle (Bulletin)	4
Syndicat Professionnel de l'Acétylène et des Industries qui s'y rattachent (Bulletin Officiel)	12
Syndicats Professionnels, Industriels, Commerciaux et Agricoles (Annuaire)	1
Tableau Général du Commerce et de la Navigation	1
I. Commerce (Commerce de la France avec ses Colonies et les Puissances Étrangères).	
II. Navigation (Navigation Internationale. Cabotage Français et Effectif de la Marine Marchande).	
Touring-Club de France	12
Tout-Paris. Annuaire de la Société Parisienne	1
Travaux Techniques des Officiers du Génie de l'Armée Belge (Recueil des) (Ixelles)	1
Union des Ingénieurs sortis des Écoles Spéciales de Louvain (Bulletin)	4
Union Géographique du Nord de la France (Bulletin)	6
Union Syndicale des Maitres-Imprimeurs de France (Bulletin Officiel)	12
Université de Toulouse (Bulletin)	1
Usines Électriques (Bulletin)	12
Vie Scientifique (La)	52
Volta (Le) Electricité. Industries Annexes	1
Yacht (Le), Journal de la Marine	52
Yachting Gazette. Journal de la Navigation de Plaisance	52

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
EN ALLEMAND	
Akademie der Wissenschaften (Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen) (Wien)	6
Annalen für Gewerbe- und Bauwesen (Berlin)	24
Architektur- und Ingenieurwesen (Zeitschrift) (Hannover)	8
Baumaterialienkunde (Stuttgart)	24
Centralblatt der Bauverwaltung (Berlin)	104
Dingler's Polytechniches Journal (Stuttgart)	52
Gesellschaft Ehemaliger Studierender der Eidg. Polytechnischen Schule in Zürich (Bulletin)	1
K. K. Central-Anstalt für Meteorologie-und Erdmagnetismus (Jahrbücher) (Wien)	1
Niederösterreichischen Gewerbe-Vereins (Wochenschrift) (Wien)	52
Oesterreichische Eisenbahn-Zeitung (Wien)	36
Oesterreichische Statistik (Wien)	1
Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines (Zeitschrift) (Wien)	52
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens (Wiesbaden)	12
Repertorium der Technischen Journal-Litteratur (Berlin)	1
Schweizerische Bauzeitung (Zürich)	52
Stahl und Eisen. Zeitschrift für das Deutsche Eisenhuttenwesens (Düsseldorf)	24
Vereines Deutscher Ingenieure (Zeitschrift) (Berlin)	52
Vereines für die Förderung des Local-und Strassenbahnwesens (Mittheilungen) (Wien)	12
Zeitschrift für Bauwesen (Berlin)	4
EN ANGLAIS	
American Academy of Arts and Sciences (Proceedings) (Boston)	24
American Engineer and Railroad Journal (New-York)	12
American Institute of Electrical Engineers (Transactions) (New-York)	12
American Institute of Mining Engineers (Bulletin) (New-York)	4
American Institute of Mining Engineers (Transactions) (New-York)	1
American Society of Civil Engineers (Proceedings) (New-York)	12
American Society of Civil Engineers (Transactions) (New-York)	2

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
American Society of Mechanical Engineers (Transactions) (New-York)	1
American Society of Naval Engineers (Journal of the) (Washington)	4
Association of Engineering Societies (Journal of the) (Cleveland)	12
Boston Transit Commission (Annual Report) (Boston)	1
Bureau of Steam Engineering (Annual Report of the Chief of) (Washington)	1
Canadian Institute (Proceedings) (Toronto)	12
Canadian Institute (Transactions) (Toronto)	2
Canadian Society of Civil Engineers (Transactions) (Montreal)	2
Cassier's Magazine (London)	12
Chinese Lighthouses (List of the) (China)	1
City Engineer of Boston (Annual Report)	1
City Engineer of Newton (Annual Report)	1
Colliery Guardian (The) Journal of the Coal and Iron Trades (London)	52
Cornell University Register (The) (Ithaca)	1
Electrical Engineer (The) (London)	52
Electrical Review (New-York)	52
Electrical World and Electrical Engineer (New-York)	52
Engineer (The) London	52
Engineering (London)	52
Engineering and Mining Journal (The) (New-York)	52
Engineering Magazine (The) (New-York)	12
Engineering Association of New-South Wales (Minutes of Proceedings) (Sydney)	1
Engineering News and American Railway Journal (New-York)	52
Engineering Record (The) (New-York)	52
Engineering Society of the School of Practical Science (Papers) (Toronto)	1
Engineers' Club of Philadelphia (Proceedings) (Philadelphia)	4
Engineers' Club of Philadelphia (Record) (Philadelphia)	12
Field Columbian Museum (Annual Report) (Chicago)	1
Franklin Institute (Journal of the) (Philadelphia)	12
Indian Engineering (Calcutta)	52
Institute of Marine Engineers (London)	1
Institution of Civil Engineers (Minutes of Proceedings) (London)	4
Institution of Civil Engineers (Private Press) (London)	24
Institution of Civil Engineers of Ireland (Transactions) (Dublin)	1
Institution of Electrical Engineers (Journal of the) (London)	6

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland (Transactions) (Glasgow)	1
Institution of Mechanical Engineers (Proceedings) (London)	4
Institution of Naval Architects (Transactions) (London)	1
Iron Age (The) (New-York)	52
Iron and Coal Trades Review (The) (London)	52
Iron and Steel Institute (Journal of the) (London)	2
John Crerar Library (Annual Report) (Chicago)	1
Mac Gill College and University (Annual Calendar) (Montreal)	1
Manchester Steam User's Association (The) (Manchester)	1
Massachusetts Institute of Technology (Annual Catalogue) (Boston)	1
Massachusetts Institute of Technology (Annual Report) (Boston)	1
Midland Institute of Mining, Civil, and Mechanical Engineers (Proceedings) (Barnsley)	4
Mineral Industry its Statistics Technology and Trades in the United States and other Countries (The) (New-York)	1
Navy Department. Bureau of Navigation. Office of Naval Intelligence (Washington)	1
New-York State Museum (Annual Report) (Albany)	1
New-York State Museum (Bulletin) (Albany)	1
New-York State Museum (Memoirs) (Albany)	1
North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders (Transactions) (Newcastle-Upon-Tyne)	1
North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers (Transactions) (Newcastle-Upon-Tyne)	4
Nova Scotian Institute of Science (Proceedings and Transactions) (Halifax Nova Scotia)	1
Public Works Department. Irrigation Branch Bengal (Revenue Report) (Calcutta)	1
Railroad Gazette (New-York)	52
Railway Engineer (London)	12
Report on the Subsidized Railways and other Public Works in the Province of Nova Scotia (Halifax)	1
Scientific American (New-York)	52
Society of Arts (Journal of the) (London)	52
Society of Engineers (Transactions) (London)	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Street Department of City of Boston (Annual Report) (Boston)	1
Street Railway Journal (The) (New-York)	12
United States Artillery (Journal of the) (Fort Monroe. Virginia)	6
United States Coast Geodetic Survey (Report) (Washington)	1
United States Geological Survey (Annual Report) (Washington)	1
United States Geological Survey (Bulletin) (Washington)	1
United States Geological Survey (Mineral Resources) (Washington)	1
United States Geological Survey (Monographs) (Washington)	1
United States Naval Institute (Proceedings) (Annapolis)	4
Universal Directory of Railways Officials (The) (London)	1
University of the State of New-York (Annual Report of the Regent) (Albany)	1
University of Wisconsin (Bulletin) (Engineering Series) (Madison)	4
University of Wisconsin (Bulletin) (Science Series) (Madison)	4
Western Society of Engineers (Journal of the) (Chicago)	6
DANOIS	
Ingenioren (Kjobenhavn)	52
EN ESPAGNOL	
Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (Boletin) (Barcelona)	4
Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales (México)	1
Anuario de la Mineria, Metallurgia y Electricidad de España (Madrid)	1
Asociación de Ingenieros Industriales (Barcelona) (Revista Tecnológico Industrial)	12
Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (Anales) México)	1
Boletin de Agricultura, Mineria e Industrias (México)	12
Boletin de Minas Industria y Construcciones (Lima)	12
Industria é Invenciones (Barcelona)	52
Junta de Obras del Puerto de Bilbao	1
Observatorio Météorológico Central de México (Boletin Mensual)	12
Revista de Obras Públicas (Anales) (Madrid)	1
Revista de Obras Públicas (Boletin) (Madrid)	52
Revista Minera Metalúrgica y de Ingenieria (Madrid)	52

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
Revista Tecnica (Buenos-Aires)	24
Sociedad Cientifica « Antonio Alzate » (Memorias y Revista) (México)	6
Sociedad Cientifica Argentina (Anales) (Buenos Aires)	12
Sociedad Colombiana de Ingenieros (Anales de Ingenieria et Organo de la) (Bogóta)	12
Universidad Central del Equator (Anales de la) (Quito)	12
EN HOLLANDAIS	
Ingenieur (De) (Orgaan Van het Kon. Instituut van Ingenieurs. — Der Vereeniging van Burgerlijke Ingenieurs) (La Haye)	52
Koninklijk Instituut van Ingenieurs (Tidjschrift van het) (Notulen) (La Haye)	6
Koninklijk Instituut van Ingenieurs (Tidjschrift van het) (Verhandelingen) (La Haye)	6
Nederlansche Vereeniging voor Electrotechniek (s' Gravenhage)	2
EN HONGROIS	
Magyar Mérnök-és Épitész-Egylet (A). (Heti Értesitöje) (Budapest)	52
Magyar Mérnök-és Épitész-Egylet (A). (Közlönye) (Budapest)	12
EN ITALIEN	
Accademia dei Lincei (Atti della Reale) (Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali) (Rendiconti) (Roma)	24
Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore (Milano)	1
Collegio degli Architttei ed Ingegneri in Firenze (Atti del)	2
Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Napoli (Bollettino)	6
Collegio degli Ingegneri e degli Architetti in Palermo (Atti del)	2
Giornale del Genio Civile (Roma)	12
Industria (L') (Milano)	52
Ingegneria Civile e le Arti Industriali (L') (Torino)	12
Istituto d'Incoroggiamento (Atti del Reale) (Napoli)	1
Politecnico (Il) (Milano)	12
Rivista di Artiglieria e Genio (Roma)	12

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS PAR AN
Scuola d'Applicazione pergl'Ingegneri in Roma (Annuario)	1
Scuola d'Applicazione pergl'Ingegneri in Roma (Programmi d'Insegnamento)	1
Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino (Atti della)	1
Società degli Ingegneri e degli Architetti Italiani (Annali della) (Roma)	6
Società degli Ingegneri e degli Architetti Italiani (Bullettino) (Roma)	24
EN NORVÉGIEN	
Teknisk Tidsskrift (Norsk) (Kristiania)	12
Teknisk Ugeblad (Kristiania)	52
EN POLONAIS	
Przeglad Techniczny (Warszawa)	52
EN PORTUGAIS	
Observatorio do Rio de Janeiro (Annuario)	1
Revista de Obras Publicas e Minas (Associação dos Engenheiros Civil Portuguezes) (Lisboa)	6
EN RUSSE	
Elektritchestvo (Saint-Pétersbourg)	24
Elektrotekhnitcheskii Viestnike (Saint-Pétersbourg)	36
Imperatorskagho Rousskagho Technitcheskagho Obchtchestva (Svode Privilegii) (Saint-Pétersbourg)	12
Imperatorskagho Rousskagho Technitcheskagho Obchtchestva (Zapiski) (Saint-Pétersbourg)	12
Injénière (Kieve)	12
Institouta Injeniérove Poutéi Soobchtchéniya Imperatora Aleksandra I (Sbornike) (Saint-Pétersbourg)	1
Sobraniya Injéniérove Poutéi Soobchtchéniya (Izviéstiya) (Saint-Pétersbourg)	12
Stroïtel (Saint-Pétersbourg)	12

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	NOMBRE DE NUMÉROS par an
EN SUÉDOIS	
Teknisk-Tidskrift (Svenska Teknologföreningen) (Stockholm)	52
EN TCHÈQUE	
Spolku Architektů a Inženýrů v Královstvi Českém (Zpravy) (Praze)	4
Technicky Obzor (Praze)	36

MÉMOIRES

L'AUSTRALIE OCCIDENTALE

AVEC L'AIDE DES NOTES RECUEILLIES

DANS UN VOYAGE ANTÉRIEUR

par Pascal GARNIER

PAR

M. Jules GARNIER

PRÉFACE

Dans notre voyage en Australie occidentale, nous avions pour but principal de contrôler des propriétés minières appartenant à une compagnie franco-australienne. Mon fils, P. Garnier, avait déjà fait une rapide étude de ces parages quelques mois auparavant, et le genre particulier des formations géologiques qu'on y rencontre me décida à m'y rendre. Nous étions munis de lettres d'introduction pour quelques personnalités de cette colonie, et nous trouvâmes près de M. Gipp Maitland, chef du service des mines de la colonie et géologue distingué, un appui précieux, car il voulut bien nous munir de lettres pour ses différents inspecteurs disséminés sur lès districts aurifères que nous devions visiter. Nous devons aussi remercier ici, pour l'aide qu'ils nous ont donnée, M. Morgans, membre du Parlement pour le district de Coolgardie ; M. E. Williams, directeur de la maison des Ingénieurs Bewick et Moreing, de Londres. Après quelques mois consacrés à une étude sans relâche, je dus rentrer en France, me trouvant très affaibli par la fatigue et les privations, laissant mon fils poursuivre mon travail.

Hélas ! cette séparation devait être définitive, car je recevais, peu après mon retour, un télégramme m'annonçant que mon malheureux fils venait de succomber, emporté par une fièvre attribuée surtout à l'excès des fatigues.

Après un semblable malheur, je ne me serais pas cru capable

de rassembler mes idées pour écrire ce petit mémoire; mais, plus tard, j'y ai vu comme un devoir. D'ailleurs, dans la conférence qu'il vous fit ici à la veille de notre départ (février 1898), il avait promis de vous communiquer nos observations dès son retour; cette promesse, jointe aux témoignages de sympathie que j'ai été si heureux de rencontrer dans le sein de la Société, m'ont encouragé à rédiger le mémoire ci-dessous.

Les terres australasiennes dans leurs rapports au point de vue géologique.

L'Australie orientale et centrale a été étudiée avec beaucoup de soin depuis de longues années; on y pénétrait avec une certaine facilité. Il n'en est pas de même de l'Australie occidentale, où la stérilité complète du sol en eau et en pâturages semblait une barrière presque infranchissable à l'homme.

Il ressort maintenant des études faites dans ces derniers temps que l'ensemble de l'Australie diffère peu au point de vue géologique; toutefois, la partie orientale renferme un bien plus grand nombre des assises ordinaires qui composent l'écorce terrestre, pendant que la partie occidentale est surtout formée des roches les plus anciennes de notre planète.

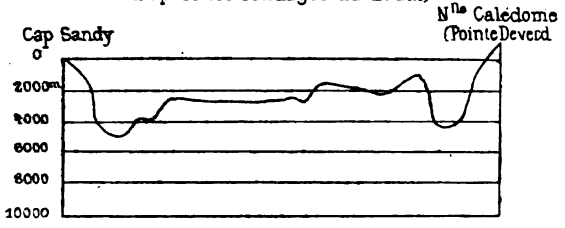
Nous avions déjà eu l'occasion de nous occuper de la géologie de ces parages lorsque nous y arrivâmes pour la première fois, en 1863. Nos études portèrent alors sur les relations pouvant exister entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie, où nous devions séjourner; dans ce but, nous entrâmes en relation, à Sydney, avec le Rev. W. B. Clarke, géologue australien qui devait laisser un nom célèbre; nos échanges de documents et d'échantillons se poursuivirent pendant plusieurs années, ce qui nous permit d'établir la grande similitude qui existait, au moins au point de vue pétrologique. Cette similitude était si grande que Clarke pouvait publier qu'en comparant un grand nombre d'échantillons de Nouvelle-Calédonie avec d'autres d'Australie (localité de Bingera), il était impossible à l'œil le plus exercé de voir une différence. Comme, d'autre part, nous découvrîmes en Nouvelle-Calédonie des bancs de fossiles triasiques absolument identiques à ceux que Zittel venait de rencontrer en Nouvelle-Zélande, il nous parut, dès cette époque, évident que la plupart des terrains constituant les masses actuellement émergées de l'Australie orientale, de la Nouvelle-Calédonie et de la Nouvelle-Zélande

étaient contemporains. Depuis cette époque, ces conclusions n'ont fait que s'affirmer dans l'esprit des géologues ; on leur a cependant opposé les profondeurs de 4000 *m* et 8000 *m* que la mer présente si l'on va, en passant par la Nouvelle-Calédonie, de l'Australie orientale à la Nouvelle-Zélande ; mais c'est là un fait qui ne saurait infirmer l'hypothèse de la jonction ancienne de ces terres.

Nous donnons ci-contre *(fig. 1 et 2)* quelques-uns des profils sous-marins que la sonde a indiqués entre ces terres ; les énormes

Fig. 1.

Coupe verticale de la Nouvelle-Calédonie à l'Australie
d'après les sondages du Bruat.



profondeurs rencontrées, mises en comparaison avec les faibles altitudes de l'Australie et de la Nouvelle-Calédonie, est déjà un fait bien surprenant et nous ferons remarquer encore que les plus grandes profondeurs des mers, aussi que bien les plus grandes altitudes (qui sont en Nouvelle-Zélande), se trouvent précisément dans les parties où les volcans modernes, éteints ou en activité, se montrent avec la plus grande puissance. Cette remarque, conduit encore à considérer ces volcans comme intimement liés aux causes qui ont déterminé les reliefs actuels, tant des terres émergées que de celles sous-marines, et nous allons quelque peu développer notre idée.

La coupe *(fig. 1)*, entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie montre que les plus grandes profondeurs de l'Océan sont au voisinage des deux terres et qu'elles ne dépassent pas 4000 *m* environ; aussi là, pas d'intervention volcanique récente, mais seulement, sur la côte australienne, aussi bien que sur le rivage de la Nouvelle-Calédonie autour de la pointe Deverd, des roches éruptives anciennes, des terrains cristallins, parfois stratifiés, extrêmement plissés et relevés jusqu'à la verticale ; démontrant qu'il y a eu comme un effondrement des anciennes assises.

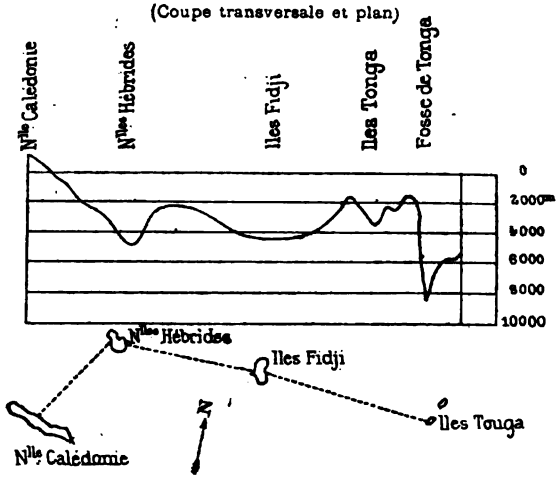
Si nous poursuivons maintenant l'étude du profil sous-marin de la Nouvelle-Calédonie en nous dirigeant, non point vers des

terres anciennes, comme l'Australie, mais vers les archipels d'origine volcanique récente, qui abondent dans le Pacifique, nous avons des profils tout différents et tels que celui *(fig. 2)*, qui, se dirige sur une longueur de 20° environ de longitude de la Nouvelle-Calédonie jusqu'à l'archipel des Nouvelles-Hébrides

Fig. 2.

De la Nouvelle-Calédonie aux Tonga.

(Coupe transversale et plan)



au nord-est, de là, vers l'est-sud-est aux archipels de Fidji et des Tonga.

Il est évident par le profil ci-contre que les plus grands fonds de la mer correspondent au voisinage des terres volcaniques récentes émergées : plus de 4 000 *m* de profondeur aux Nouvelles-Hébrides et aux îles Fidji ; 8 000 *m* aux îles Tonga : d'autre part, ces terres, si petites en surface, ont des altitudes relativement grandes.

Enfin, les sondages entrepris entre l'Australie et la Nouvelle-Zélande ont aussi montré de très grands fonds dans les parages si volcaniques du nord de la Nouvelle-Zélande. Ces mêmes grandes profondeurs se retrouvent au nord de l'Australie autour des îles, la plupart volcaniques, qui s'étendent au nord-ouest de l'Australie. Ce fait des grandes profondeurs autour de ces archipels volcaniques et de la grande élévation au-dessus du niveau des mers, des îles de ces archipels contraste encore plus vivement, si on le compare aux faibles mesures qu'on trouve quand il s'agit des parties du globe où les volcans n'ont pas exercé leur action.

W. B. Clarke et d'autres ont seulement invoqué, pour expliquer

ces faits dans le Pacifique, des plissements et des affaissements de l'écorce terrestre, mais, selon nous, il faut ajouter une autre considération, que nous croyons de premier ordre : d'après l'étude attentive de plusieurs géologues, ces vastes fosses sous-marines se seraient formées après la période *crétacée* ou *jurassique* (1) : or, ces deux genres de terrains sont surtout formés de roches calcaires, qui atteignent généralement une puissance énorme et c'est le cas qui a été bien constaté dans l'Australie orientale.

Lorsque la période volcanique fit son apparition avec la violence, l'abondance et la durée qu'on lui a trouvées dans tout le Pacifique, il y eut d'immenses arrivées de roches fondues qui pénétrèrent de toutes parts les puissantes assises calcaires et cela d'autant mieux qu'à leur contact, ces calcaires surchauffés, se décomposèrent et, pendant que le gaz acide carbonique s'évaporait, la chaux se répandait dans les eaux de la mer où elle devint l'une des sources où puisèrent les zoophytes des coraux pour élever leurs immenses murailles calcaires qui environnent actuellement les côtes de ces mêmes îles volcaniques : les grès ou schistes interstratifiés avec le calcaire restant furent disjoints, mis en pièce, puis s'affaissèrent et c'est pourquoi les eaux les plus profondes occupent aujourd'hui la place des anciens bancs crétacés et jurassiques, en même temps que les plus vastes archipels volcaniques y dominent. Ainsi disparurent, selon nous, d'immenses assises que les siècles avaient étalées au-dessus ou au pied des formations plus anciennes : quant aux granits et schistes cristallins qui servaient de base initiale et qui formèrent de leurs débris les assises ci-dessus, la décomposition ne les a pas épargnés dans les points où ils affleurent plus particulièrement dans l'Australie occidentale. En Australie occidentale le granit affecte un *facies* particulier : il semble formé dans son ensemble de masses sphéroïdales compactes laissées en saillies sur le sol et dépassant parfois un diamètre de 30 *m* : ce granit, extra-feldspathique, fournit encore des amas d'argile pendant que son quartz, rendu libre, indéfiniment remué par les vents, a fini par former une poussière blanche et ténue qui blanchit le sol, s'entasse dans les plis de terrain, et prend tous les aspects d'une

(1) **M. Albert de Lapparent est de cet avis.**
M. L. Crié soutient que pendant le jurassique, l'Australie devait être unie à l'Inde, à la Nouvelle-Calédonie et à la Nouvelle-Zélande. Hutton pense que cette union existait pendant la période du crétacé.

neige fine par temps très froid. Ce granit, sous ces mêmes aspects, nous l'avons retrouvé à Ceylan, dans l'excursion que nous avons faite dans cette île de Colombo à Kandy (150 *km*) et si ce dernier pays n'était favorisé comme il l'est par des pluies régulières et abondantes, il serait aussi désolé que l'Australie occidentale, tandis qu'au contraire une végétation luxuriante et justement célèbre le recouvre.

Pour nous résumer, le grand plateau australien serait, principalement à l'ouest, l'ancienne assise de masses granitiques et éruptives datant du début de la solidification de l'écorce terrestre : ces masses, aussi bien que les assises plus modernes qu'elles ont pu supporter, se sont usées à la longue, laissant à nu les plaines actuelles : ainsi le port d'Albany se comble encore de nos jours de vases argileuses feldspathiques mêlées au sable siliceux. A Perth, les rivages sont bordés de collines de sable siliceux passant au grès. Avec la disparition des montagnes intérieures, les pluies ont progressivement diminué et la dénudation ne s'est plus poursuivie qu'avec une extrême lenteur. Les embouchures des fleuves se sont ensablées très avant dans l'intérieur, absorbant comme une éponge et filtrant les rares eaux qui y parviennent encore à l'époque des pluies : dans l'intérieur de la partie occidentale du plateau, les pluies s'écoulent par des lits peu perceptibles en temps ordinaire, elles ne tardent pas à se perdre dans les dépressions, où le sable les absorbe encore. Le relief du sol marque, par ses ondulations, la nature plus ou moins résistante du sous-sol, et peut-être aussi, parfois, l'emplacement des anciennes vallées où circulaient les cours d'eau peu à peu asséchés; ce qui semble le prouver, c'est que les mineurs traversent souvent de grandes épaisseurs d'alluvion avant de trouver la roche en place et, près de Coolgardie, on a retiré de ces formations récentes des matières, qu'on avait pris d'abord pour du charbon, mais que nous avons reconnu n'être que des amas de végétaux modernes où nous distinguions des masses de feuilles d'eucalyptus : cette matière, distillée dans une cornue, dégageait des gaz d'une odeur repoussante. Quoi qu'il en soit, ces anciennes vallées découvertes par le prospecteur, se sont à peu près nivellées aujourd'hui, sous un manteau d'alluvions; mais nous verrons qu'elles servent encore parfois de lits à des cours d'eau souterrains ou qu'elles sont aussi le réceptacle de mines d'or alluvionnaires, résidus de la trituration des anciennes roches aurifères disparues.

Généralités.

Avant d'aborder la question des mines de l'Australie occidentale, nous donnerons quelques détails sur ce curieux pays qui est quatre fois plus étendu que la France (2 millions de kilomètres carrés). Les contours de ses côtes ont 6 000 *km* de longueur, soit le septième du contour de la terre. On peut résumer la valeur du centre de cette immense surface au point de vue agricultural en disant que tous les chemins de fer dont on la sillonne actuellement pour le service de ses mines, aussi bien que les villes qu'on y élève pour la résidence des gens, sont destinés à revenir à la solitude la plus complète du jour où les mines seront épuisées. L'existence est donc ici toute d'artifice, puisque, par suite de l'absence d'eau et à cause de l'extrême chaleur, aucune culture n'est possible, aucun animal domestique ne peut trouver à vivre : c'est grâce à l'introduction des dromadaires de l'Afghanistan qui peuvent résister sept jours au manque d'eau et se nourrir des feuilles salées d'un arbuste assez commun, que l'on a pu explorer ce pays, d'abord, puis y construire des stations d'eau et enfin des chemins de fer. Chaque dromadaire porte jusqu'à 500 *kg* de marchandise, fait 30 *km* par jour et broute la nuit autour du camp la feuille salée du « camel food », petit arbuste auquel les chercheurs d'or ont donné ce nom. Quant aux très rares indigènes qu'on rencontre, notre race ne pourra jamais se plier à leur régime séculaire dont le fond est le lézard, la fourmi, l'araignée, la gomme des arbres, des racines coriaces et parfois un marsupiau. Comme la contrée est un plateau n'ayant que des pentes presque insensibles et des ondulations sans nombre, on ne s'est bien rendu compte de sa forme réelle que depuis ces derniers temps où de très nombreuses altitudes ont été prises le long des voies ferrées, et je dois à l'obligeance du gouvernement de la colonie de pouvoir joindre à ce travail une carte donnant ces altitudes.

On remarquera, d'après cette carte *(Pl. 228)*, que le plateau ouest-australien s'élève d'abord rapidement au-dessus du niveau de la mer, dont un bourrelet de montagnes d'une certaine hauteur le sépare, puis le plateau se forme et s'avance vers l'est en pente douce tout à fait uniforme. En réalité, ce n'est point là un plateau absolument nu, comme on l'avait pensé et écrit, c'est, au contraire, une forêt immense, continue, monotone, où les

arbres assez espacés s'opposent toutefois à ce que la vue s'étende à plus de 100 *m* environ; ces arbres sont effilés, pauvres de feuillage; ils ont l'air triste au milieu du silence et de l'éternelle solitude: s'il y a une lacune à cette forêt si clairsemée, c'est alors une série de buissons isolés, où le sol se couvre en quelques jours d'une variété infinie de fleurs de toute couleur et très parfumées aussitôt après les pluies du printemps: mais les faibles quantités d'eau qui tombent dans l'année ne permettent qu'une fugitive durée à cet épanouissement; le soleil ardent et presque éternel ramène bientôt le pays à son aridité habituelle. Les pluies sont donc les régularisateurs de la végétation. Près des côtes où les pluies sont plus notables, environ 0,35 *m* par an, une étroite lisière présente assez d'herbes pour l'élevage du bétail, et permet quelque culture; il est vrai que nombre des herbes de ces prairies sont vénéneuses et que les éleveurs sont obligés d'employer un nombreux personnel, des indigènes habituellement, pour arracher les plantes nuisibles: quant aux arbres de la côte, ils atteignent parfois de grandes dimensions, et c'est le cas du « Yarah » (Eucalyptus marginata), dont la hauteur peut atteindre 150 *m*.

Les pluies annuelles diminuent donc progressivement à mesure qu'on s'avance vers l'intérieur pour tomber à 0,10 *m* par an.

Le développement de cette colonie était donc à peu près nul depuis l'année où les Anglais y fondèrent un premier établissement et, en tout cas, il était restreint à la lisière fertile des côtes. J'avais débarqué en 1863 à King-George's-Sound (Albany); ce port n'était alors qu'un camp destiné aux convicts d'Angleterre, et cette station s'est à peine développée en 35 années; nous n'y retrouvâmes plus toutefois aucune trace de la petite tribu d'indigènes avec laquelle j'avais chassé et couru le pays. Mais à partir de 1882, date de la découverte de l'or à Kimberley, l'attention des prospecteurs commença à s'éveiller: toutefois le développement énorme auquel nous assistons actuellement ne date réellement que de 1892, époque où Bailey découvrit un véritable placer à l'endroit où s'élève aujourd'hui la ville de Coolgardie; la mine découverte par Bailey était un amas de quartz tellement riche qu'il put en extraire en peu de mois pour 7 250 000 *f* d'or, sans compter, m'a-t-on dit, ce qui lui fut dérobé.

Cette masse formait le chapeau de filons beaucoup moins riches, encore exploités en profondeur. 600 *km* de désert séparaient ce point de la côte la plus voisine, mais cet obstacle n'arrêta

point les prospecteurs qui arrivèrent en foule. Les récits des premières découvertes nous auraient paru incroyables, s'ils ne nous avaient été maintes fois confirmés par des pionniers de la première heure. L'or natif en grains plus ou moins gros était dispersé sur le sol, mélangé à un sable fin et ferrugineux; on le triait à la main, avec des cribles ou avec des appareils portatifs, dans lesquels un soufflet chassait les sables et laissait l'or (dry blowers); ces hommes jeunes et très vigoureux mouraient cependant comme des mouches, faute d'eau et de vivres convenables; un de ces premiers pionniers me racontait qu'il était revenu seul d'une troupe de dix, mais avec une fortune en poudre d'or.

Un sac de paille hachée servant à nourrir les chevaux se payait 50 *f*; un seau d'eau distillée 5 *f*; un œuf 5 *f*; les coriaces perroquets poursuivis par les chasseurs étaient fort recherchés; quant aux indigènes encore assez nombreux, ils tuaient à coup de lances les mineurs isolés, contre lesquels ils s'avançaient en bande formée en croissant ou qu'ils surprenaient en surgissant tout à coup des buissons où ils se cachaient: les pierres de leurs flèches, d'abord faites en frappant convenablement à petits coups pendant des heures un fragment de quartz ou de granit étaient plus tard remplacées par des fragments en porcelaine d'isolateurs des fils télégraphiques.

L'or ainsi amoncelé avec le temps s'épuisa enfin à la surface du sol, mais on le poursuivit et on le poursuit encore, soit dans les alluvions elles-mêmes, soit dans ses gîtes en place et peu à peu les mines véritables virent le jour et l'on put remarquer aussi que la découverte des plus riches mines fut surtout faite par les hommes qui n'avaient aucune pratique des mines d'or; les vrais mineurs ne fouillaient que les filons de quartz, qui sont innombrables, pendant que les ignorants fouillaient n'importe où; or, comme nous le verrons, les gisements les plus riches ne sont pas ici dans le quartz, lequel n'est riche qu'exceptionnellement.

Les placers superficiels occupent encore aujourd'hui de nombreux ouvriers que l'on rencontre par groupes de 2 ou 3, tournant et retournant avec profit les sables rouges et les « vannant »: c'est là une ressource lucrative pour les mineurs sans travail: nous ajouterons que si on pouvait traiter à l'eau ces incalculables amas de terres aurifères, qui tiennent plusieurs grammes d'or à la tonne, on arriverait à des productions absolument fantastiques.

Après la découverte de Bailey, il faut citer celle de Hannan, en 1894, qui eut lieu à 40 *km* au N.-N.-E. de Coolgardie, où s'élève à présent la ville de Kalgoorlie; ici l'or est surtout en profondeur, mais d'une très grande richesse; il fallait de l'argent pour s'installer, Hannan en manquait, et comme les lois locales exigent impérieusement que les concessions soient activement travaillées, sous peine de déchéance, Hannan dut se retirer pauvre, laissant à ses successeurs des mines d'une richesse parfois fabuleuse.

Il semble que ces plaines sont restées telles que nous les voyons, depuis des siècles; elles échappent à une dénudation quelque peu importante depuis que leur surface est plane et leur altitude faible. Pour rendre le pays plus hospitalier, les premiers mineurs heureux furent aussi les premiers à établir des abris pour loger les chercheurs d'or, puis des appareils de distillation auprès des dépressions où se rencontrent, en profondeur, des eaux chargées de sel; enfin des magasins munis de spiritueux, de conserves et autres indispensables provisions : on put donc circuler sans voir la mort à chaque pas dans ces déserts sablés d'or. La Province ne tarda pas, non plus, à faire construire des voies ferrées dont les rails, à l'écartement de 1 *m*, furent posés à raison de 1 600 *m* par jour.

Les rails sont de fabrique anglaise ou allemande, les traverses viennent de la côte et sont faites avec le célèbre bois de Yarra, qu'il faut défendre, contre les fourmis blanches par le sulfate de cuivre, malgré sa dureté et sa compacité considérables; le ballast est le gravier sablonneux qui abonde; quant aux travaux d'art, on fait des centaines de kilomètres sans en rencontrer par suite de l'absence complète de cours d'eau, ou de dénivellations importantes du sol. Les entrepreneurs ont le droit de transporter les voyageurs à leur profit tant que les délais de livraison de la ligne ne sont pas arrivés, et ils font, de ce chef, de grosses recettes, car on ne craint pas de se servir des voies primitives amenant les matériaux, voies privées de ballast, non nivelées, à déraillement facile, où la vie humaine est exposée grandement, mais personne n'hésite à s'en servir pour gagner du temps; chacun est ici comme sur la brèche, et c'est un combat journalier contre mille dangers dont celui-ci est un des moindres. Les locomotives déboisent rapidement les abords des rails pour s'alimenter; quant à l'eau, les condenseurs établis le long de la ligne, sont loin de suffire pendant les mois secs, et chaque jour l'express

d'Albany partait avec 45 *t* d'eau dans des wagons-citernes pour aider à alimenter sa machine.

La circulation, même en petites voitures étroites et solides, tirées par deux petits chevaux, n'est pas impossible, car les arbres sont toujours espacés les uns des autres de plusieurs mètres, le sol plat et sec offre assez de compacité, des touffes de buissons et de plantes grasses qu'on rencontre aussi ne sont pas un obstacle : des gommiers rouges et blancs et autres arbres de la famille des eucalyptus sont les plus fréquents ; ils n'atteignent pas les énormes dimensions des variétés de la côte ; pourtant nous en avons mesuré de 3,50 *m* de circonférence : ce qui les caractérise, c'est leur faible quantité de feuilles qui, de plus, sont très étroites, ont leur surface vernie et se tiennent dans un plan à peu près vertical, de sorte que l'arbre ne fait pas d'ombre. La Nature, qui obéit à des causes raisonnables, a dû agir ainsi afin que les rosées, plus utiles que l'ombre, dans ces pays sans pluies, pussent arriver au sol et le rafraîchir, ce qui n'aurait pas lieu avec les arbres feuillus de nos pays. C'est, du moins, l'explication que nous avons trouvée. Ces arbres sont très rarement sains ; les fourmis et d'autres insectes les creusent peu à peu en rongeant leurs fibres, qui sont pourtant d'une dureté énorme ; ces insectes s'échafaudent et se mettent à l'aise en remplissant de terre les vides qu'ils font ; enfin, l'arbre, maintenu par une paroi trop mince, tombe ; les fourmis blanches achèvent de le ronger et il ne reste plus, comme témoin, que le moule de terre rouge qui emplissait l'arbre.

Chaque mine d'or un peu importante sert bientôt de centre à un établissement où se montre le génie anglais : un hôtel, un appareil à distiller l'eau saumâtre, un magasin sont établis ; chaque jour un bicycliste apporte les journaux et les lettres, parfois de fort loin ; du centre le plus voisin, les dromadaires ou des chariots font le ravitaillement. Comme le mineur gagne largement sa vie, environ 15 *f* par jour, et fait peu d'économie, c'est un consommateur sérieux ; il est rare qu'il amène sa famille, s'il en a, dans ces pays si misérables.

La bicyclette joue un rôle extraordinaire ici, où elle peut rouler facilement sur le sol sec et assez dur ; elle se faufile aisément entre les végétaux et l'on a très rarement à mettre pied à terre. Certains prospecteurs ne craignent pas de partir à la découverte sur ce fragile appareil et de pénétrer jusqu'à des centaines de kilomètres dans l'inconnu, portant une petite provision de vivres

et surtout de l'eau dans le fameux « water bag » ou *sac à eau*, fait de toile à peine perméable, où l'eau reste d'une grande fraîcheur, par suite de l'évaporation constante et légère par les parois, mais, s'il arrive un accident grave à la machine, le retour est problématique et une mort épouvantable attend le malheureux.

Aussitôt qu'un centre tend à se développer sérieusement, le gouvernement le proclame « townsite » ; les géomètres tracent des rues, des squares, un terrain de « foot-ball », etc., et met en vente les lots de terrain, sans s'occuper des premiers occupants et des constructions qu'ils ont élevées. L'appareil à distiller l'eau saumâtre, l'agence du gouvernement, la poste, le télégraphe, sont les premiers édifices construits par la province, le tout en planches et recouverts de tôle ondulée.

Les voies tracées entre ces divers centres l'ont été d'abord par le pied des chameaux, qui, marchant à la file, forment une excellente piste pour la bicyclette ; ces voies se détournent plus ou moins de la ligne droite pour passer dans les dépressions de terrain où les eaux de pluie s'accumulent sous le sol perméable : c'est là que le gouvernement ou des particuliers installent des puits qui atteignent et dépassent 50 *m* de profondeur pour se procurer une eau qui contient en dissolution jusqu'à 15 0/0 de sels divers. Le prix de vente de l'eau pure est variable suivant l'état de sécheresse de la saison. Le combustible est le bois de l'éternelle forêt que chacun peut prendre à sa guise ; aussi chaque campement est éclairé tous les soirs par de véritables bûchers, mais la raréfaction du bois ne se fait véritablement sentir qu'au voisinage des stations de chemins de fer et des centres un peu importants.

Grâce à ces moyens, on peut actuellement pénétrer sans risque de mourir de faim ou de soif, comme autrefois, jusqu'à 800 *km* environ vers l'est, en partant de Perth, sur la côte occidentale de l'Australie.

Toutefois, dans ce pays, la grosse question est encore celle de l'eau ; aussi lui consacrerons-nous quelques détails, d'autant plus que cet élément n'est pas moins indispensable à l'homme et aux animaux qu'aux usines à traiter le minerai d'or.

L'homme ne garde auprès de lui que le cheval, malgré le prix élevé de son entretien, mais il lui est indispensable pour le transport par chariots, que ne peut faire le chameau ; aussi ce dernier, si indispensable au début, que les Afghans avaient introduit en très grand nombre, perd à présent sa valeur première :

ceux de ces animaux qu'on n'a pas rapatriés sont cantonnés aux limites des territoires inconnus, où les pionniers les recrutent pour s'avancer encore plus loin; il ne saurait y avoir ici de réserves vivantes d'animaux de boucherie : toutes les viandes consommées arrivent gelées, en conserves ou sur pied, mais alors dans un état lamentable.

L'eau des rares pluies suit des mouvements divers, sur lesquels nous reviendrons au sujet de la géologie, à laquelle cette question se rattache, mais on peut dire que la seule eau vraiment potable est presque toujours celle des pluies recueillies sur les toits de tôle ou bien celle qu'on a distillée.

Nous avons vu des malheureux n'ayant pas d'argent pour acheter de l'eau douce, qui buvaient depuis quelques jours l'eau saumâtre ; elle les avait rendus d'une maigreur effrayante. Les prospecteurs passent parfois des semaines et des mois sans faire aucune ablution et sans changer de linge. Les Compagnies minières fournissent l'eau douce à leur personnel et c'est parfois une assez grosse dépense si l'eau est rare près des travaux et qu'on soit, par suite, obligé de la faire venir de loin. Le gouvernement s'est beaucoup occupé de cette question vitale pour la colonie ; on a successivement proposé d'établir de grands réservoirs pour capter les eaux de pluie, ou bien de foncer des puits dans le granit.

Le premier de ces moyens est peu pratique, car le pays est trop plat et généralement perméable aux eaux; quant au second moyen, les puits dans le granit, on l'a tenté sans succès, ce qui était à prévoir dans ce pays plat, où l'eau ne saurait être jaillissante et, par suite, de bonne qualité.

On s'est arrêté au projet d'amener les eaux douces des rivières qui alimentent le bassin de la « Swan River », près de la côte occidentale, qui fournissent un débit d'eau assez important et régulier ; l'exécution de ce projet exige la pose de 450 *km* de tuyaux et coûtera 60 millions de francs; le point de départ est le « Mont Helena », où la rivière à capter suit les fonds d'une gorge profonde, à parois élevées, permettant de faire un barrage de 35 *m* de hauteur et de 200 *m* de largeur. Les eaux en amont seraient retenues sur une distance de 12 *km*, formant un bassin de 20 millions de mètres cubes de capacité ; il recevrait les eaux de pluie qui tombent sur un territoire de 140 000 *ha* de surface, à raison de 0,50 *m* de hauteur chaque année ; l'exécution de ce grand projet commencera en 1898 et ne durera que trois ans.

La canalisation aboutirait au « mont Burgers » qui domine de 140 *m* la ville de Coolgardie et de 190 *m* celle de Kalgoorlie; un immense réservoir recevrait les eaux pour les distribuer ensuite aux divers centres miniers. On prévoit une arrivée d'eau de 20 000 m^3 par jour à un prix de revient de 1 *f* le mètre cube, y compris l'intérêt du capital, le fonctionnement et l'entretien : on a calculé que l'eau mettra dix jours pour arriver à destination. Comme nous l'avons dit, l'eau abondante et à bas prix permettrait dans ce pays la mise en exploitation d'un grand nombre de mines ou d'alluvions aurifères : il faut environ 2 500 *l* d'eau pour le traitement d'une tonne de minerai par les pilons et les plaques d'amalgamation, sans parler de la cyanuration des « tailings », ou sable, et des « slimes » ou boues; or, bien des mines manquent d'eau ou n'en trouvent qu'une quantité limitée; elles sont donc arrêtées. C'est une des doléances des mineurs, ici, d'avoir souvent de l'eau en profondeur, là où les filons sont pauvres, et de n'avoir pas d'eau là où les filons sont riches.

Nous remarquerons encore que l'eau saumâtre qu'on emploie actuellement pour le traitement des minerais, convient mieux que l'eau douce, attendu que la présence du sel marin entretient les plaques de cuivre amalgamées plus avivées à leur surface, ce qui facilite l'amalgamation.

Géologie.

Nous avons déjà dit que cette vaste contrée, à peu près horizontale aujourd'hui et de faible hauteur, a dû perdre peu à peu avec la disparition progressive de ses montagnes, ses cours d'eau et, par suite, la richesse primitive de sa flore, de sa faune. Les animaux et les plantes qui restent sont les espèces pouvant vivre à peu près sans eau, au moins dans la plus grande partie de la zone qui nous occupe.

En examinant la carte géologique que nous donnons *(Pl. 228)* de la partie la plus riche en mines d'or, de l'Australie de l'ouest on remarquera la prépondérance des granits; ils sont seulement sillonnés par des bandes de « greenstone » ou « amphibolites » sur la nature desquelles nous reviendrons; ces bandes, souvent d'une grande dimension, sont nettement orientées dans la direction du nord-nord-ouest, leur ensemble formant avec le granit qui les enclave la véritable zone aurifère, laquelle coupe en écharpe toute l'Australie, depuis les bords de la mer au sud jus-

qu'aux rivages nord-ouest de l'Australie. Les granits, étant souvent à nu à la surface, ont été facilement étudiés, mais jusqu'ici c'est la partie que représente notre carte qui s'est montrée la plus aurifère, et cela avec le cachet spécial d'enchevêtrement des granits et des « greenstones » que nous y voyons. Les géologues comptent six zones granitiques avec bandes de diorites aurifères parallèles, celles-ci de largeur relativement faible, et séparées par la large masse des granits à peu près stériles en métaux.

Tout ce vaste ensemble serait, peut-on dire, d'une géologie bien monotone s'il ne renfermait l'ensemble le plus complet de mines d'or qui soit encore connu, selon nous; on peut dire qu'à peu près tous les types connus de mines et de minerais d'or se trouvent ici sans compter les nouveaux. Il y a là un *écheveau* de mines d'or, dont nous eûmes bien de la peine à débrouiller quelques fils, et qui laisse de longues études à faire aux géologues de l'avenir.

Nous dirons que nous avons été beaucoup aidés dans dans nos recherches, ici, par nos études antérieures, au Canada dans le district de Sudbury, études que nous avons résumées ici même (1); ceux qui nous ont fait l'honneur de lire ces études retrouveront dans celle-ci des faits d'une telle analogie qu'ils y verront, une fois de plus, que la nature se répète souvent en géologie. Comme au Canada, d'énormes masses dioritiques se montrent en bandes longues et larges dans la masse granitique qui leur sert de ceinture : comme au Canada, encore, ces dykes contiennent des concentrations exploitables de divers métaux généralement sulfurés, lesquelles se seraient séparées des dykes, comme l'ensemble des dykes s'est isolé d'un côté et le granit de l'autre Ici, et en plus qu'au Canada, ces concentrations métalliques sont souvent accompagnées de tellure. Nous avons admis autrefois pour le Canada, avec M. Bell, du « Geological Survey Department of Canada », que l'énorme masse des diorites avait émergé au travers des granits; aujourd'hui, nous allons plus loin et nous pensons que ces masses dioritiques sont elles-mêmes contemporaines des granits qui leur servent de ceinture, elles n'en seraient que de simples sécrétions, produites pendant le refroidissement lent de la masse entière. Pour étayer cette façon de voir, nous avons jugé bon de soumettre à nos auditeurs une partie

(1) Nickel, cuivre et platine du Canada, Société des Ingénieurs Civils, mars 1891.

des faits qui semblent fortement l'appuyer et qui nous ont servi de bases à nous-mêmes en dehors de l'examen sur le terrain : en résumé, notre théorie, en ce qui concerne l'Australie occidentale, serait qu'aux époques anciennes où la masse superficielle terrestre était encore fluide, on y trouvait disséminé, sans ordre, l'ensemble des éléments chimiques qui se sont peu à peu combinés, donnant naissance à des cristaux définis de forme et de composition: à leur tour, ces cristaux, s'associaient, créant soit des masses de granit, soit des masses dioritiques, soit des masses plus riches en or libre, sulfuré ou telluré, mais à gangue le plus souvent hornblendique. En d'autres termes, à cause des masses énormes en présence et de la haute température qu'elles possédaient, le refroidissement et la solidification ne peuvent s'opérer que dans un temps très long, de sorte que les affinités chimiques des éléments en présence, grâce à la fluidité, purent s'exercer et constituer les cristaux du granit, accolés par grandes masses, aussi bien ceux des amphibolites ou greenstones. Ces dernières substances, plus ou moins chargées de protoxyde de fer, qu'accuse leur couleur verte, plus fusibles que l'ensemble des granites, se chargèrent plus aisément des sulfures et tellurures qui entraînaient les métaux. Par sa composition tout cet ensemble de roches était sous une action plutôt réductrice, c'est-à-dire plus aisément conductrice de l'électricité. Certains de ces éléments notables restaient dispersés sous des formes diverses dans les trois éléments : granits, greenstone et sulfures, ce qui caractérise encore à nos yeux la commune origine; c'est ainsi qu'on trouve souvent de l'or dans les granits eux-mêmes, retenu entre les cristaux, par petits fragments, aussi bien que dans les greenstones où il est toutefois déjà plus abondant. Quant à la masse des substances métallifères, alliée au soufre ou au tellure, c'est-à-dire la plus fusible de l'ensemble, elle s'isola aussi par affinité, formant les zones riches, plus ou moins isolées des parties *rocheuses*, mais qui prirent au milieu d'elles une allure des plus remarquables dont nous parlerons. Les plans de séparation de ces trois variétés d'*ensemble minéral* : granit, greenstone et sulfures, sont loin d'être nets; il y a souvent passage lent de l'une à l'autre ; parfois, cependant, une bande de quartz les sépare, c'est de la silice qui n'a pas trouvé de bases à s'assimiler ni d'un côté ni de l'autre : cette zone de quartz est aussi souvent avec or natif et minéralisée; de plus, elle pénètre souvent plus

ou moins les ceintures encaissantes comme pour s'y fondre peu à peu; et c'est là, d'ailleurs, une des caractéristiques de ces zones, si différentes de composition, quoique sorties de la même masse. Cette forme des zones où domine le quartz semble avoir plus d'or libre et moins de pyrites : ici c'est le quartz qui a retenu l'or.

Si nous fixons notre attention sur les bandes métallifères, nous leur trouvons des caractères constants très remarquables : 1° leur direction oscille toujours autour d'un méridien ; 2° leur inclinaison est toujours près de la verticale en profondeur ; 3° les parties les plus minéralisées prennent une structure schisteuse, parfois très nette, dans le sens du pendage.

L'explication de ces trois caractères pourrait se donner comme suit :

1° Les masses dioritiques où se sont concentrés les pyrites plus ou moins magnétiques et du fer oxydulé, sont elles-mêmes à base de protoxyde de fer, c'est-à-dire des matières plus ou moins magnétiques, il n'est donc pas surprenant que cet ensemble se soit orienté dans la zone enveloppante à la façon d'une aiguille aimantée, c'est-à-dire oscillant autour d'un méridien;

2° La verticalité de ces bandes métallifères n'est pas absolue, car elle ne sont que des masses lenticulaires de dimensions extrêmement variables ; toutefois les axes de ces lentilles sont dans des plans à peu près verticaux. Souvent la liquation des zones riches en or s'est produite sous un certain angle, 45° par exemple, relativement à la verticale et cela dans la masse du lode; c'est que la matière plus lourde a suivi dans la liquation les lignes de moindre résistance, c'est-à-dire les plus fluides, lesquelles ne correspondent pas forcément avec la verticale. Ne pourrait-on admettre que la densité bien plus grande de la masse de ces lodes très minéralisés, les a forcés à s'allonger verticalement suivant les lois de la pesanteur, pendant que les roches fluides enveloppantes étaient refoulées. Ces mouvements étaient sans violence, lents et les concentrations devaient se produire aussi longtemps que la fluidité de l'ensemble le permettait ; ce qui prouverait le cheminement métallique de la circonférence au centre c'est que la roche périphérique est de moins en moins riche en métaux à mesure qu'on s'éloigne du centre.

3° On comprend, dès lors, que ces zones plus denses, parce que plus métallifères, présentent l'aspect verticalement schisteux

qu'on leur voit, puisque leur ensemble suivait un mouvement de haut en bas, une liquation, pendant laquelle les parties plus lourdes de la zone elle-même prenaient les devants, se laminaient par friction et laminaient les molécules tangentes plus légères. Nous pensons que, d'une manière générale, les différences de densité, quelque faibles qu'elles fussent, mais se produisant sur d'énormes masses, ont dû jouer un rôle mécanique très important, si l'on songe que la densité du quartz, par exemple, est 2.75, celle de la hornblende 3.157, celle du granit entre les deux et, enfin, celle des zones métallifères beaucoup plus élevée et ce sont là les quatre éléments principaux en présence ; en effet, les « diorites » enveloppant les lodes, examinées au microscope, ne montrent qu'un mélange très intime de cristaux de hornblende, où le feldspath est rare et marque sa présence par des taches blanches ; on rencontre souvent dans ces lodes des quartz avec fluides occlus, des calcaires et des zoisites, mais ces minéraux sont certainement plus récents et, dans les parties supérieures, pénétrées par les eaux, ainsi que nous le montrerons plus loin.

Ce qui arrive encore c'est que la richesse métallifère augmente généralement dans la zone (qu'on nomme « lode » ici), dans ses parties centrales et qu'il faut s'éloigner parfois de plusieurs centaines de mètres dans l'amphibolite enveloppante pour ne plus trouver d'or, au moins en quantité très appréciable : quant à l'aspect à l'œil du lode lui-même, il ne diffère souvent en rien de l'amphibotite elle-même et, sauf une structure plus ou moins schistoïde, qui elle-même est trompeuse quant aux teneurs en or, il ne reste que l'essai pour être réellement fixé sur la teneur. Nous avons lavé la poussière de coups de mine dans de la diorite située à plus de cent mètres d'un lode et nous y avons toujours trouvé 2 à 3 *g* d'or : ce métal, ici, était une partie constituante de la roche, au même titre que la hornblende elle-même. Comme il n'y a pas de doute que ces ceintures dioritiques des lodes sont ici partie constituante de l'écorce terrestre, il est absolument probable que les zones lenticulaires aurifères s'y dispersent dans ces parages jusqu'aux plus grandes profondeurs avec les mêmes caractères minéralogiques.

Il sera donc impossible à l'homme d'atteindre ces richesses, les moyens du mineur étant limités au-dessous d'un certain niveau ; mais le parallélisme de ces lodes dans les terrains exploitables est un bon guide, car des galeries ou des sondages de l'est à l'ouest lui permettront d'en découvrir de nouveaux.

Faits à l'appui des opinions ci-dessus sur la formation des zones.

Il nous a semblé maintenant nécessaire de fournir quelques faits à l'appui de notre manière d'expliquer la formation de ces zones métallifères s'isolant d'elles-mêmes, à l'époque de leur fluidité, ou de leur semi-fluidité, des gangues pierreuses, fluides elles-mêmes, auxquelles elles étaient simplement mélangées au début.

Le premier fait que nous rappellerons et qui est bien connu est celui qui se produit quand on grille à l'air libre et en tas des minerais bruts de pyrites de fer et de cuivre :

1° On sait qu'alors, et sans qu'il y ait fusion, les molécules de soufre, de fer, de cuivre se mettent en mouvement dans la masse pour y constituer des *nœuds* ou « *nuclei* » qui *sont toujours de même composition chimique :* un tiers de soufre ; un tiers de cuivre ; un tiers de fer. Ce fait est analogue à la concentration que nous constatons dans les lodes aurifères.

2° Quand on traite dans un convertisseur à revêtement siliceux une « matte » de cuivre et fer, en présence d'un excès de silice, on observe que la scorie qui se forme a juste un tiers de silice pour deux tiers de protoxyde fer, soit la composition de la scorie à base d'oxyde de fer la plus fusible : quant à l'excès de silice, il reste libre. C'est le cas de l'ensemble de la formation qui nous occupe, où, par exemple, la silice qui se trouve en excès pour former des cristaux définis avec les bases, reste emprisonnée dans la masse à l'état de quartz en rognons ou en filons.

Pendant que la silice et l'oxyde de fer se combinent comme nous venons de le dire dans le convertisseur, le bain de cuivre sulfuré ne quitte pas la composition de sous-sulfure de cuivre (Cu^2 S) malgré la vigoureuse action de l'air agissant sur lui, mais pour un équivalent de soufre qui se dégage du sous-sulfure un équivalent de cuivre métallique est mis en liberté et tombe au fond du bain (1). Cet exemple frappant de la puissance d'affinité des corps à s'unir entre eux, malgré tout, en des proportions définies, vient encore, selon nous, énergiquement appuyer notre opinion.

3° Nous signalons encore un autre fait, peu connu, et non moins

(1) *L'aluminium et le Nickel*, p. 22, par J. Garnier. — Baudry, éditeur, Paris.

topique que les précédents ; lorsque nous coulions en grandes lingotières des blocs de mattes ou sous-sulfures de cuivre, nickel et fer sortis des cubilots à fondre les minerais de nickel grillés, il arrivait souvent dans les usines de Sudbury (Canada), que ces blocs de matte, cassés après refroidissement, présentaient dans leur partie centrale des filets ou lames cristallines dont l'analyse donnait :

Nickel.	52 0/0
Fer.	44
Cuivre	4
	100 0/0

Le point de fusion de la matte est de beaucoup inférieur à celui d'un tel alliage ; néanmoins la quantité de soufre faisant probablement défaut pour former un sous-sulfure complet, une partie des métaux s'isolait en un alliage absolument malléable et privé de soufre. Cet alliage, reproduit industriellement, mériterait d'être étudié sur des échantillons plus volumineux que ceux qui s'obtiennent ainsi par hasard.

4° Enfin nous avons montré par l'expérience (1) qu'en faisant traverser par un courant électrique assez faible (10 volts et 23 ampères) une matte fondue ou pâteuse à base de nickel, cuivre et fer, la matière, homogène au début, avait, au bout d'un certain temps de passage du courant, une composition très différente suivant qu'on la considérait près de l'anode ou près de la cathode : il y avait eu, sous l'influence du courant, un mouvement relatif très marqué des corps simples constituants de la masse, mouvements qui semblaient, dans ce cas, avoir pour but de rendre à chaque instant l'ensemble de la masse également conductrice du courant électrique.

Nous espérons que ces quelques exemples de mouvement relatif des éléments constituant un mélange fondu ou pâteux, mouvements qui s'expliquent par une sorte de force naturelle qui sollicite ces éléments à s'unir, soit pour former des combinaisons plus fusibles, soit plus conductrices de l'électricité ou de la chaleur, permettront de se rendre compte que les opinions que nous avons exposées au sujet des formations aurifères primitives ouest-australiennes ont de nombreux appuis, dans des faits bien déterminés, dont nous pourrions d'ailleurs multiplier les exemples.

(1) Action d'un courant électrique sur une série de métaux sulfurés en fusion. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 28 janvier 1895.

Gisements d'or dérivés des zones aurifères ou lodes.

A la longue, la dénudation, l'usure superficielle des formations primitives que nous venons d'examiner, ont mis en liberté l'or qu'elles contenaient dans les niveaux supérieurs disparus, cet or a obéi ensuite aux diverses forces mécaniques et chimiques qui le sollicitaient : libéré par oxydation du soufre et du tellure, il se répartissait à la surface du sol et s'y étalait avec plus ou moins d'épaisseur suivant les pentes, le courant des eaux et les mouvements des sables. Les oxydes de fer des pyrites, infiniment plus abondants que l'or, couvrent encore le sol, colorent fortement les sables, se réunissent en magnas plus ou moins gros d'hématite, et leur présence est un des meilleurs signes du voisinage des lodes aurifères pyriteux. La dénudation, la décomposition superficielle se sont, comme toujours, exercées plus rapidement sur les roches basiques, riches en feldspath, par exemple; les argiles kaoliniques se sont éliminées mécaniquement, laissant des sortes de dépressions ou de vallées relativement importantes, où les alluvions aurifères ont plus tard trouvé un abri; les crêtes dominant ces creux sont, au contraire, formées des roches plus résistantes et siliceuses : granits, greenstones ou lodes. Cette courte description pourra faire concevoir à l'esprit du lecteur la topographie habituelle des plus riches « champs d'or » de cette contrée : par exemple Coolgardie, Kalgoorlie, Bardoc, Vetterfind, etc. Il est à peine besoin d'ajouter, après ce que nous avons dit plus haut, que des dômes granitiques siliceux émergent çà et là, dominant la plaine, pendant que les territoires à zones métallifères ont la direction générale des lodes, c'est-à-dire le nord-sud : à l'est et à l'ouest de ces lignes de faite, mais non loin de leur sommet, s'alignent, à divers niveaux et parallèlement, d'autres lodes, parfois les plus riches, puisque leur état de plus grande décomposition vient de leur plus grande teneur en pyrites.

Enfin, dans le bas de la pente, les alluvions argileuses, les sables rouges, s'étendent au loin, présentant, çà et là, des dépressions un peu plus grandes, où les eaux des pluies se concentrent, se montrent pendant quelques jours et disparaissent par imbibition dans le sol perméable, laissant une surface dénudée garnie de cailloux, et qu'on nomme « lac sec ». Ces lacs, dont le fond est généralement une des roches compactes de la contrée, sont

assez fréquents et d'une étendue parfois considérable; la plupart du temps l'eau, très saumâtre, s'y trouve à quelques pieds seulement de profondeur pendant que leur surface, couverte d'une croûte de cristaux blancs de soude, de calcium et de magnésie, étincelle au soleil et provoque de curieux effets de mirage : l'illusion d'un véritable lac est si grande qu'on est tenté d'aller toucher de la main pour s'assurer que ce n'est pas de l'eau. Il est dangereux de traverser à pied certains de ces lacs par crainte d'enlisement dans la vase sous-jacente.

Il est à noter que certains de ces lacs, après les grandes pluies, se recouvrent d'oiseaux aquatiques, venus vraisemblablement de fort loin, guidés par un curieux instinct. On se demande quelle proie ils viennent chercher : mais, n'est-ce pas en Australie qu'on a découvert des sortes de poissons munis à la fois de poumons et de branchies, c'est-à-dire pouvant vivre à terre n attendant le retour des eaux; sans doute ces oiseaux trouvent dans ces lacs des êtres qui se cachent dans les vases en attendant le retour des pluies.

En approfondissant les recherches dans les alluvions, les mineurs arrivent à la roche en place : celle-ci est souvent recouverte d'une couche de conglomérat récent qui renferme encore de l'or très exploitable.

Ces conglomérats ou couches aurifères sont nommés ici « deep leads », et ces dépôts semblent suivre sur la roche ancienne en place des dépressions qui auraient été les lits de cours d'eau.

La roche aurifère est, dans ce dernier cas, un conglomérat à éléments de quartz très variables de grosseur et plus ou moins roulés, comme à Kanowna, tenant aussi des fragments d'hématite. Ailleurs, c'est une sorte d'argile kaolinique durcie, chargée de gros cristaux oxydés de pyrites de fer, dénonçant une ancienne action réductrice longue, calme et aqueuse. L'or est souvent ici en pépites assez grosses, c'est-à-dire précipité des sels d'or sous une action lente et prolongée. Par une bizarrerie de la loi locale, ces couches aurifères ne sont pas propriété du concessionnaire des filons de quartz ou des lodes, ce qui produit de graves conflits entre les exploitants des deux sortes de gites qui se trouvent situés sur une même surface.

Nous avons vu que, superposées à ces couches profondes, les alluvions surperficielles sont, sur de grandes étendues, très riches en or; comme dans les couches sous-jacentes cet or est souvent très gros et présente des pépites volumineuses, qui se sont ainsi

concentrées par lavage de l'or ou précipitation chimique dans des alvéoles naturelles et qui ont pris corps avec le temps et la pression constante des sables qui les recouvraient; elles portent d'ailleurs l'empreinte de ces sables gravée à leur surface.

Les filons.

L'or déposé par les lodes primitifs détruits, toujours en poudre très fine, fut donc d'une attaque relativement facile par les agents chimiques; nous venons de voir qu'une partie de cet or en solution s'est glissée dans la profondeur des alluvions où il a été reprécipité, mais une autre partie importante de la solution du précieux métal s'infiltra dans les roches primitives elles-mêmes, dans les parties déjà décomposées des anciens lodes très pyriteux principalement, les enrichissant parfois à l'extrême et y formant les nombreux *filons* que l'on rencontre, avec tous les caractères habituels aux gites filoniens proprement dits. C'est dans ce cas que le problème géologique se complique et l'observateur a quelque peine à distinguer le gite d'or secondaire du gite primaire, ce qui expliquerait les nombreuses divergences d'opinion qu'on peut constater jusqu'ici entre les divers écrivains qui se sont occupés de cette question de la genèse de l'or dans cette contrée.

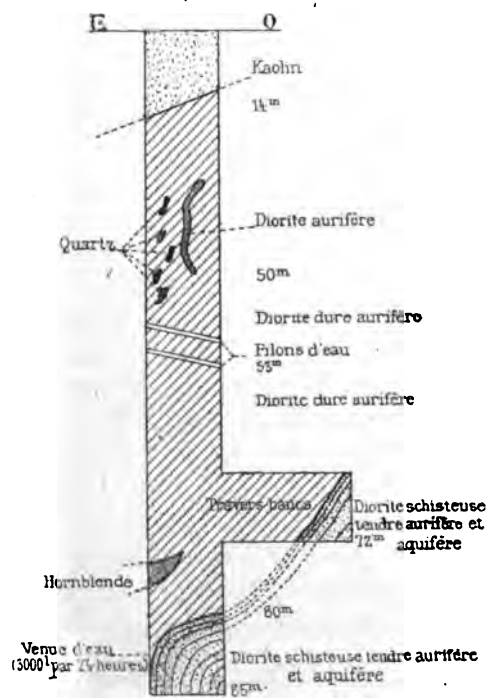
Mais quand la direction du filon est le nord-sud environ et qu'il est fortement incliné, on a de grandes probabilités d'être en face d'un lode pyriteux décomposé et dont les matériaux primitifs ont été en grande partie remplacés par les dépôts ordinaires des sources; c'est ainsi que dans une mine que nous avons plus spécialement étudiée et sur laquelle nous reviendrons souvent, la mine Vetter, près de Bardoc, propriété de la Slug Hill (Pride of the Hills) C°, on est en présence d'un gite présentant à la fois les caractères d'un filon et ceux des lodes, au moins dans la partie supérieure décomposée. La direction oscille autour du nord-sud; le pendage est généralement élevé, le remplissage est du quartz enchevêtré dans la diorite aurifère du lode; l'or est souvent gros dans le quartz ou ses épontes et renferme un peu de cuivre et de la galène.

Il ne faudrait toutefois pas encore confondre ces filons ou dépôts secondaires avec les plans verticaux extra-siliceux qui forment la séparation des zones primitives, qui sont plus ou moins aurifères aussi, mais dérivent, comme nous l'avons dit,

d'un excès de silice n'ayant pu se combiner à l'époque du refroidissement général. L'or de ces filons secondaires aurait pénétré de haut en bas et à la faveur de liquides chargés de sels d'or, et c'est là d'ailleurs l'explication classique admise par nombre de géologues : nous citerons toutefois à l'appui quelques-unes de nos observations : Nous avons vu que le sol est généralement recouvert d'une couche perméable que les eaux de pluie traversent assez rapidement; leur mouvement de haut en bas est encore favorisé par les innombrables trous verticaux, criblant la surface du sol, qui servent de refuge aux incalculables serpents et lézards de toute taille de cette contrée; d'autre part, les racines des Eucalyptus de ce parc infini pénètrent souvent à plusieurs centaines de pieds de profondeur et, comme ces arbres vivent relativement peu de temps, l'emplacement de ces racines après la mort de l'arbre, sert encore de canal de pénétration des eaux en profondeur. Enfin, sous l'influence du soleil si ardent qui frappe sans relâche sur la surface du sol, celui-ci se fendille profondément de toutes parts, les eaux de pluie s'engouffrent ensuite dans ces vides et y entraînent aussi bien les sels nitrés, les sulfates, les chlorures qui imprègnent les terres de surface, que les débris végétaux et animaux de toute sorte qui s'y accumulent au cours de l'année, toutes substances dont les actions en profondeur agiront à la longue. On peut se demander ce que deviennent ces eaux une fois sous terre : les coupes suivantes nous renseigneront beaucoup sur ce point. La figure 3 ci-jointe est la coupe

Fig. 3.

Puits de recherche dans la diorite



verticale d'un puits de recherche en pleine diorite dans la mine Vetter; on remarquera que l'épaisseur des roches recoupées dans la diorite (greenstone) avant d'atteindre réellement la diorite, vierge des effets oxydants, est de 70 *m*: il faut d'abord traverser une couche kaolinique de 14 *m*; puis la diorite assez dure, mais avec des rognons de quartz indiquant une pénétration d'eau chargée de silice en dissolution. Enfin, à 53 *m* la diorite prend une apparence schisteuse sur une épaisseur bien définie et se trouve sensiblement chargée d'eaux minéralisées; c'est ce que nous pourrons appeler un « filon d'eau »; puis après un entre-deux de diorite dure, apparaît un second *filon d'eau* toujours dans la diorite devenue schisteuse de ce fait; la diorite reprend ensuite sa compacité naturelle jusqu'à 80 *m* de profondeur où la diorite schisteuse tendre réapparaît avec « filon d'eau ». Un travers-banc à 72 *m* de profondeur recoupe le « filon d'eau » avec diorite schisteuse à inclinaisons bien différentes. Peut-être la masse de hornblende recoupée en A, moins soluble que la diorite, qui est feldspathique, a-t-elle provoqué le changement de direction du filon.

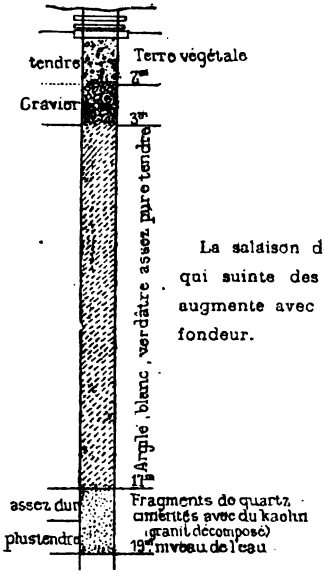
Nous avons remarqué que ce drainage particulier des eaux dont nous venons de parler se poursuit toujours dans une diorite, devenue schisteuse pour leur livrer passage. Ces eaux minérales se tracent donc un passage dans ces roches cristallisées en dissolvant plus ou moins les cristaux à base alcaline, et comme ces cristaux sont distribués dans la roche avec une certaine symétrie, l'eau se meut suivant des plans assez parallèles, ce qui donne l'apparence de la structure schisteuse. Nous avons pu constater souvent ailleurs le fait de roches compactes et cristallines prenant cet aspect schisteux sous l'influence d'une pénétration continue des eaux de la surface, et particulièrement nous l'avons signalé sur une vaste échelle à la Nouvelle-Calédonie, où les serpentines passent ainsi à des schistes à la surface. Plus récemment, dans des fouilles que nous faisions exécuter dans des granits du Beaujolais, nous avons constaté que ces granits se feuilletaient sur le passage des eaux de pénétration et que les feuillets recevaient des dépôts filoniens : ce fait et ceux que nous avons reconnus en Australie nous ont demontré jusqu'à l'évidence cet effet curieux des eaux sur les roches les plus compactes à l'origine.

Le puits ci-dessus est foncé dans un terrain dont la surface pend légèrement vers l'ouest, et à 7 *km* de là, toujours vers l'ouest,

un autre puits de recherche a été foncé *(fig. 4)* ; ici les granits ont fait place aux diorites, par suite, la décomposition de la roche superficielle est plus intense et ses assises plus perméables : un plan d'eau a été rencontré à 17 *m* ; des pompes ont permis de foncer le puits jusqu'à 30 *m*, profondeur à laquelle la quantité d'eau fournie devient considérable pour le pays et peut atteindre 200 m^3 par vingt-quatre heures. D'autres puits pratiqués autour de ce point semblent bien indiquer qu'on a recoupé une sorte de lac souterrain, entretenu par les infiltrations des pluies et des filons d'eau semblables à ceux dont nous venons de parler.

Fig. 4.

Puits atteignant un réservoir d'eau souterrain dans les granits décomposés



Nous devons à l'obligeance de M. Chavra, directeur de la compagnie Slug-Hill, l'essai des eaux de ce puits, qui lui ont donné à 100° centigrade un résidu salin de 2,8 0/0 du poids de l'eau ; lequel est surtout formé de chlorure de sodium (1,811 0/0), de chlorure de calcium, d'un peu de chlorure de magnésium et de 0,267 de sulfate de chaux. Cette eau est bien moins salée que celle des lacs secs.

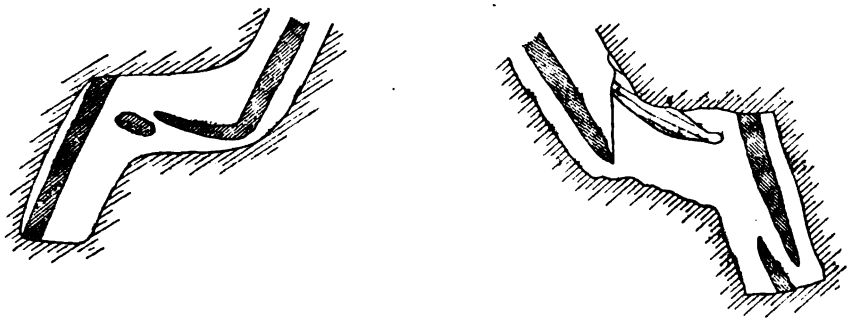
D'après ces indications et quelques autres d'un ordre analogue, il semblerait que, dans cette contrée, les eaux de pluie se réunissent rapidement dans les profondeurs où la roche est dans cet état intermédiaire qui sépare la zone superficielle oxydée de celle qui est restée tout à fait intacte ; là, suivant les pentes, les eaux doivent aller rejoindre les fonds des anciennes vallées et y former des réservoirs importants : ces faits permettent de conclure que des études méthodiques en profondeur arriveraient sans doute à procurer à peu de frais toute l'eau nécessaire au pays, et qu'on n'aurait qu'à supporter les dépenses peu élevées de la distillation pour

les besoins de l'homme, des animaux et des chaudières à vapeur. Dans cette contrée si aride, l'étude des « filons d'eau » et des eaux souterraines en général a donc une très grande importance, car, en dehors de la recherche des bassins où ces eaux se réunissent, en profondeur, il y a encore l'étude de la formation géologique et minéralogique actuelle de certains gîtes aurifères, de ceux au moins, et en grand nombre, qui dérivent des actions permanentes de ces « filons d'eau » minéralisés. Nous avons d'ailleurs constaté des effets chimiques très curieux dus à ces eaux salines qui se sont frayé des chemins réguliers à une certaine profondeur. Ainsi, pendant que les pyrites disparaissent dans les zones supérieures, d'autres se reforment plus bas où des sulfates de fer et de cuivre se trouvent en contact prolongé avec les matières organiques dont nous avons parlé plus haut; en ces mêmes points, le sel d'or en dissolution a laissé la preuve de son existence antérieure dans la source, par de légers enduits d'or métallique enclavés entre les pseudo-stratifications de la greenstone, ainsi que le montrent les échantillons que nous avons

Fig. 5.

Coupe verticale des deux faces d'un puits incliné

Le filon est hachuré; la partie blanche est dioritique



rapportés, soit du district de Kalgoorlie, soit de Vetter. Nous avons vu *(fig. 3)* que les eaux qui descendent ainsi dans la profondeur sont loin de descendre verticalement suivant la loi de la pesanteur, elles sont, en effet, contrariées dans leur course par la plus ou moins grande compacité ou insolubilité des roches qu'elles rencontrent; elles doivent alors les tourner, ainsi que le montre la figure 5 ci-contre où les filons se bifurquent; les eaux salines forment donc leurs dépôts d'une façon très capricieuse, sans que l'on puisse facilement voir la continuité de leur

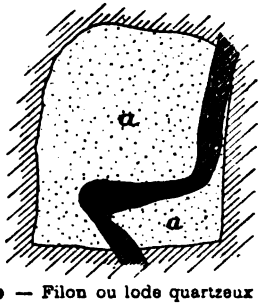
cours, et souvent leur suintement se bifurque, se ramifie, s'arrête, suivant les obstacles rencontrés et tel est le cas de la figure 5, qui montre la forme du filon sur chacune des deux faces opposées d'un même puits.

La figure 6 montre, par le plan d'une galerie de direction, la manière dont le même filon se découpe en deux tronçons qui se séparent l'un autour de l'autre. La figure 7 est encore une pliure

Fig. 7.

Mine Vetter (Bardoc)

Face d'une galerie dans la zone oxydée



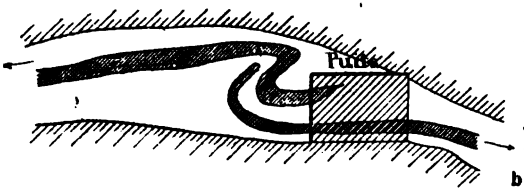
b — Filon ou lode quartzeux avec ornatif et pyrites aurifères

a. a — Diorite, altérée, schisteuse et aurifère.

Fig. 6.

Plan d'un filon dans une galerie de direction

Le filon est hachuré



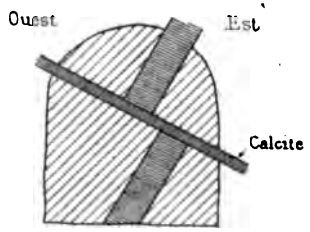
du filon-lode de la mine Vetter, dont le type est assez fréquent et dans le voisinage de cette mine, à Bardoc il existe une mine dont le filon se replie quatorze fois de suite, comme un véritable escalier.

Les eaux minéralisées abandonnent en profondeur, avec leur or, la silice de leurs silicates alcalins en dissolution, de sorte qu'après avoir fait des vides en enlevant les bases des roches primitives, elles les comblent, les remblaient, avec la silice, des pyrites et des carbonates de chaux : cette obturation devient si complète que les eaux finissent par ne plus pénétrer, le filon est alors complet. Parfois au voisinage des placers eux-mêmes, les dépôts, par les eaux, des quartz aurifères se concentrent en amas d'une richesse en or absolument incroyable, comme fut la découverte de Bailey, d'où naquit l'essor des mines à Coolgardie ou bien celle qui prit le nom de Londonderry, dont on a pu voir il y a peu de temps les merveilleux blocs de quartz blanc chargés d'or natif, exposés place de l'Opéra. Mais, généralement, en profon-

deur le filon s'arrête, ou s'appauvrit très notablement. Les failles sont naturellement rares et les rejets de peu d'importance ici ; nous montrons *(fig. 8)* un de ces rejets où le vide formé s'est rempli d'un filet de calcaire : ces calcaires renferment presque toujours un peu d'or en poudre très fine. Nous avons constaté plusieurs fois ce fait dans les parties oxydées des lodes de Kalgoorlie, à la mine Vetter, etc., mais le plus souvent le calcaire est dans le sens de la schistosité.

Fig. 8.
Mine Vetter (Bardoc)

Coupe verticale d'un filon rejeté par une faille remplie de calcite aurifère



Lorsque l'action des eaux fait son œuvre dans les parties supérieures d'un lode épais, les changements de nature et d'aspect que nous avons déjà signalés deviennent énormes et une première inspection seule ferait douter absolument qu'il y a eu autrefois identité entre les roches de la surface et celles qu'on trouve en profondeur.

Ces modifications principales sont :

1° Transformation à peu près complète des sulfures et tellurures en oxydes de fer ocreux, souvent manganésifères.

2° Disparition partielle des bases des gangues dioritiques, dont il ne reste que des squelettes quartzeux courant au travers d'argiles chargées d'oxydes de fer hydratés.

3° L'ancienne diorite, déjà souvent pseudo-schisteuse, changée en schistes à feuillets parfois très minces, devenus blancs (1) par suite du départ de l'oxyde de fer.

4° Précipités de nouvel or sous la forme de petits filets, paillettes en enduits extra-minces dans les feuilles des schistes ci-dessus, en petits cristaux cubiques disséminés au hasard dans l'ensemble de la masse : enfin en poussière brune très divisée, véritable préciptité d'or.

Dans ces couches dioritiques aquifères profondes, devenant peu à peu des filons minéraux plus ou moins complexes, la roche primitive n'a pas toujours entièrement disparu ; les parties d'une extrême compacité, privées de pyrites et d'un excès de felds-

(1) Ces schistes sont analogues à ceux qui forment la chaîne importante d'Arama à la Nouvelle-Calédonie et que j'avais considérés comme dérivant par décomposition des roches amphibolitiques qu'ils surmontent dans mes écrits sur la géologie de cette île.

path, restent comme témoins à l'état de masses plus ou moins importantes, noyées dans la nouvelle matière filonienne, argileuse, argilo-schisteuse ou quartzeuse : nous donnons (*fig. 9*) une face de galerie dans ces lodes présentant des rognons quartzeux dont nous avons constaté la présence aux mines « Great Boulder », « Vetter » et autres.

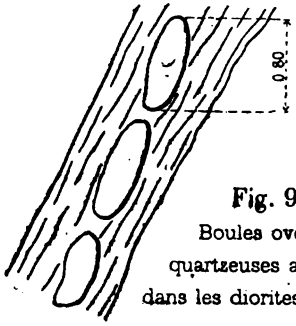
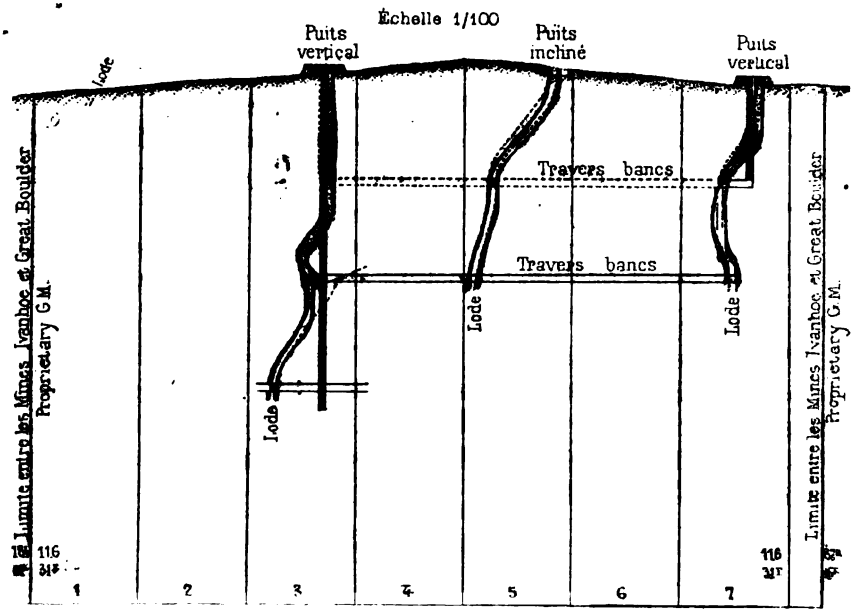


Fig. 9.
Boules ovoïdes quartzeuses aurifères dans les diorites des lodes

5° La disparition par dissolution de la masse que représentaient tout d'abord la majeure partie des bases des roches primitives et aussi du soufre et du tellure, a réduit le volume initial du lode dans une pro-

Fig. 12.
Coupe transversale A B de la fig. 12
Mine Ivanhoe
Échelle 1/100



portion considérable ; l'or a donc subi une concentration notable et s'est encore accru des apports des placers ; ces lodes décomposés sont donc parfois d'une richesse énorme, tandis que la partie du lode non décomposée sur laquelle ils reposent, reste

intacte et ne contient qu'une proportion d'or relativement faible.

6° Pendant la diminution de volume de la partie supérieure du lode, celui-ci subit un affaissement qui dévie ce lode de sa verticalité primitive : il affecte alors des inclinaisons s'approchant plus ou moins de l'horizontale ou bien, se replie une ou ou plusieurs fois sur lui-même ainsi que le montrera la figure 12.

La profondeur atteinte par la décomposition des lodes est variable suivant les cas ; elle est de 30 *m* à la mine Vetter ; de 100 *m* à la « Great Boulder proprietary » et plus élevée encore dans les lodes limitrophes à l'ouest de la précédente mine, c'est-à-dire dans la « Golden Horseshoe » et l' « Ivanhoe » ; pendant que, au contraire, les mines limitrophes de la « Great Boulder », à l'est, sont moins profondément décomposées, mais leurs lodes, étant plus rapprochés de la ligne de faite, ont peut-être moins été altérés par le passage des eaux.

7° La diminution de volume due à la décomposition superficielle des lodes est généralement plus grande que celle de la diorite encaissante, moins pyriteuse, ce qui provoque encore parfois un glissement de la partie décomposée le long des parois de la diorite encaissante, et ces parois en sont striées ou polies d'une façon très nette.

8° Les parties intérieures des lodes contiennent quelquefois des matières graphitiques ; ce fut le cas à 130 *m* de profondeur dans la mine « Lake View » ; c'est, évidemment, du carbone éruptif, et ces roches se trouvaient, étant liquides, sous une action réductrice, ce qu'accuse bien, d'autre part, la couleur verte des roches profondes, due à la présence du protoxyde de fer.

Détails sur quelques mines importantes.

Le cadre de ce mémoire ne nous permet pas d'aborder une description quelque peu détaillée des mines découvertes dans cette contrée ; quoique ouverte depuis peu d'années à l'industrie des mines, on a fouillé le sol avec tant d'ardeur que les travaux faits sont déjà presque innombrables et ont signalé l'or dans des conditions très diverses ; mais nous avons expliqué ci-dessus que, selon nous, la source primitive du précieux métal est toujours la zone dioritique éruptive.

Le Dr Schmeisser a publié un ouvrage sur les mines que l'on consultera avec fruit, comme tout ce qui vient de la plume de ce savant géologue ; le baron Sloet van Oldrutenborg a contribué

à l'étude de ces mines par un autre mémoire ; enfin l'Ingénieur Gaskuel, vient de publier une étude descriptive des mines. Nous nous contenterons donc de dire quelques mots des exploitations actuellement les plus renommées et que l'on nous saurait mau-

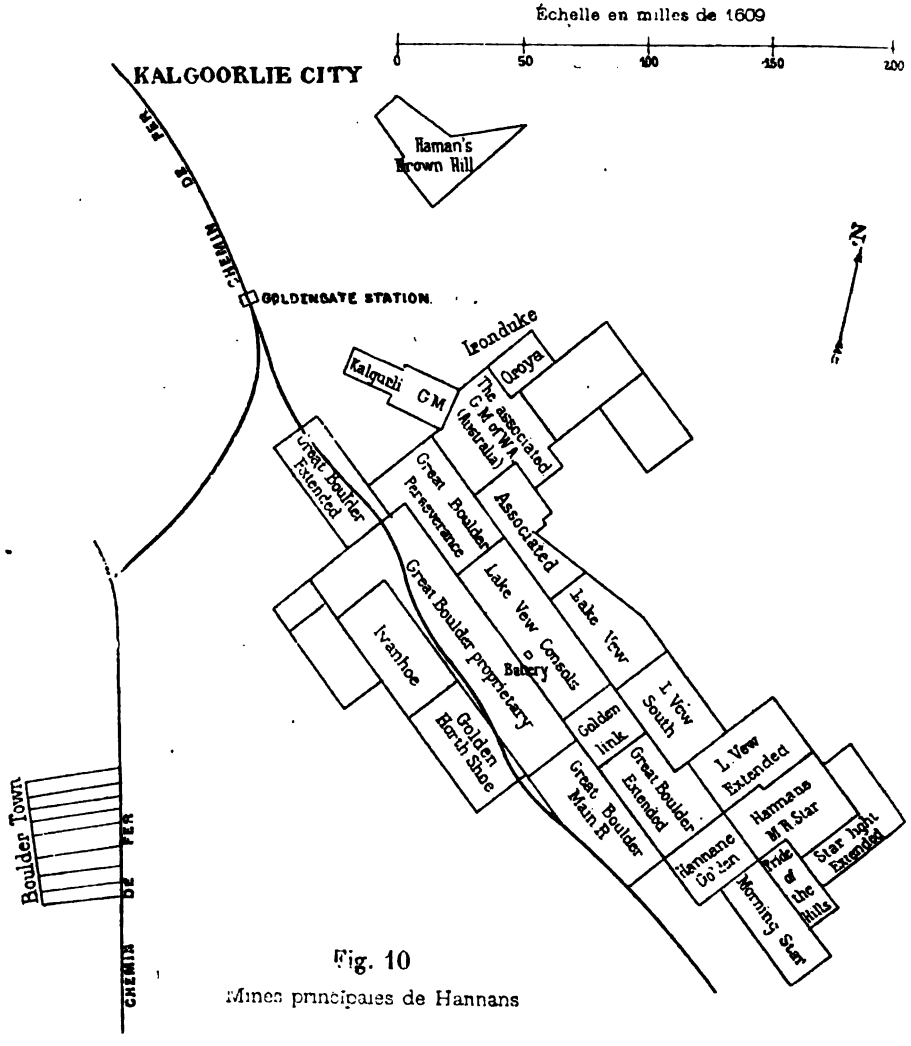


Fig. 10
Mines principales de Hannans

vais gré de passer sous silence. Ces exploitations, les plus riches de la colonie et de l'Australie entière, sont situées dans le district de Hannan, qui a donc conservé le nom de leur inventeur, et nous en donnons ci-joint le plan général *(fig. 10)*, avec le tracé de la plupart des terrains concédés. La ville qui s'est élevée au

N.-O., sous le nom de Kalgoorlie est déjà importante et tracée suivant le mode nord-américain : au sud, au pied de l'ensemble des mines, est la cité naissante de Boulder ; les mines s'étalent sur une pente qui se termine par une arête dirigée à peu près nord-sud et dominant la cité de « Boulder « de 30 *m* environ (d'après notre baromètre) ; c'est sur cette pente que viennent affleurer les lodes renommés dont nous parlerons.

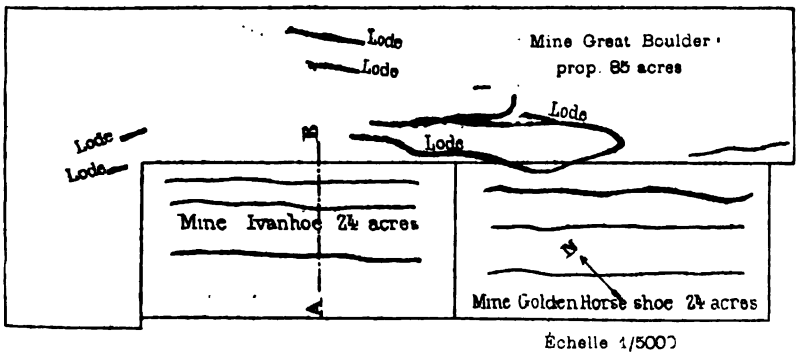
Au sud, cette arête se termine par la mine « Pride of the Hills », à partir de laquelle une pente assez brusque rejoint la grande plaine du sud ; au nord, c'est la mine « Hannan's Reward » qui semble compléter l'ensemble de la zone aurifère et là où Hannan trouva tant d'or à la surface du sol, le sous-sol est assez pauvre jusqu'ici.

Le sol est ici fouillé de toutes parts et l'on est frappé de la grande quantité de minerai de fer gisant à la surface mélangé au sable rouge et à des fragments de quartz ; ce minerai, en rognons plus ou moins gros, est une hématite brune ; celle-ci est rarement aurifère, bien qu'elle dérive, à n'en pas douter, des pyrites des lodes.

Nous visitâmes avec soin la mine « Great Boulder Proprietary » ; les lodes exploités y présentent le caractère légèrement schisteux dans la diorite compacte ; les pyrites, assez abondantes, sont cristallisées ou amorphes. On a remarqué que ces pyrites de-

Fig. 21.

Plan des mines : Great Boulder propriétary, Ivanhoé et Golden Horse shoe



Échelle 1/5000

viennent parfois très tendres et semblent tomber en poussière, dans ce cas, elles sont plus riches en or ; ce métal aurait donc une action dissociante sur la pyrite dans les conditions physiques actuelles.

On a remarqué que les plus grandes richesses en or correspondent souvent aux plus grandes largeurs du lode. On a rencontré un filon de quartz transversal à la direction des lodes, il n'a que 0,40 *m* d'épaisseur, mais tient 2 onces 1/2 d'or à la tonne. Comme l'indique le plan *(fig. 21)*, deux de ces lodes viennent à la rencontre l'un de l'autre ; à celle de leurs extrémités où ils se rejoignent la richesse en or est plus grande. La décomposition des lodes s'arrête à 70 *m* en moyenne, et là l'eau abonde. La présence de la pyrite n'est pas toujours un signe de richesse en or ; la diorite pseudo-schisteuse, sans pyrites visibles à l'œil, est généralement plus riche en or ; on a rencontré en profondeur plusieurs petits amas de tellurures d'or d'une excessive richesse, vu leur énorme densité et leur fusibilité ils ont dû se liquater au début et se masser dans les profondeurs ; l'un de ces amas a fourni 150 *kg* de minerai à 50 0/0 d'or environ, soit une valeur totale de 200.000 *f* d'or.

On traverserait, au moment où nous écrivons ces lignes, une zone tellurée tenant 50 onces d'or à la tonne, c'est-à-dire que la roche brute extraite vaut 5 *f* le kilogramme, si l'on fait abstraction des frais qui deviennent, dans ce cas, insignifiants. Ces tellurures sont généralement très disséminés et ne sont presque jamais visibles à l'œil nu.

D'après l'Ingénieur qui nous guidait, quatre lodes très aurifères étaient reconnus, ayant respectivement des longueurs de 700 *m*, 350 *m*, 300 *m* et 200 *m* ; avec des épaisseurs respectives de 3 *m*, 1,50 *m*, 3,30 *m* et 1,50 *m* et des teneurs de 3 onces à la tonne, 1 once 1/2, 3 onces et 1 once 3/4 ; les résultats des traitements semblent indiquer en effet de pareilles teneurs. Dans ces calculs n'est pas tenu compte des zones considérables de diorite intercalées ou enveloppantes, presque inépuisables, qui seraient exploitées avec bon bénéfice si le matériel existant n'était tout consacré à passer le minerai des lodes riches.

A l'époque de notre passage les travaux, venaient d'atteindre le niveau de 130 *m*, et c'est avec hésitation qu'on s'enfonçait en profondeur, craignant de voir s'appauvrir les lodes ; à l'heure actuelle le niveau de 300 *m* est atteint et dépassé, et les lodes ne disparaissent pas ou semblent remplacés par de nouvelles zones riches, grossièrement lenticulaires, confirmant notre première opinion sur la genèse de ces concentrations métallifères, opinion d'après laquelle, la limite des gîtes en profondeur sera seulement celle que l'industrie humaine sera capable d'atteindre. Au

Transvaal, nous avons dit ici même que la limite des couches en profondeur serait celle de la profondeur des mers dans lesquelles elles s'étaient déposées à peu près comme nous les voyons aujourd'hui, et dans une des dernières séances de la « Société de Géologie Sud-Africaine », l'un des membres déclarait que jusqu'ici les faits nous avaient donné raison. Nous avons une certaine satisfaction à rappeler ce fait, si l'on en peut déduire qu'ici notre opinion sur le prolongement en profondeur des lodes n'est pas moins nette.

Nous remarquerons qu'à Kalgoorlie le pendage des lodes est légèrement incliné vers l'ouest, de sorte que le lode de l'ouest de la « Great Boulder » pénètre dans la « Golden Horseshoe » à la profondeur de 60 *m* environ, fournissant de nouvelles richesses à cette mine déjà si riche.

En dehors des quatre lodes travaillés à la « Great Boulder », on en distinguait quatre autres vers l'est, ne tenant que 15 à 25 *g* d'or à la tonne, mais l'un de ces lodes aurait 12 *m* d'épaisseur.

Nous répéterons encore que les lodes exploités se fondent peu à peu dans la diorite et qu'on s'arrête d'abattre celle-ci quand elle passe à une teneur bien au-dessous d'une once à la tonne : le centre du lode contient en moyenne quatre et trois onces à la tonne ; ce qui est encore à noter dans ce centre, c'est que l'or recueilli est pur, sans alliage d'argent, tandis que dans la plupart des autres mines de la colonie, on compte près de 20 0/0 d'argent et de métaux étrangers dans le « bullion » recueilli.

Nous avons dit que la mine Golden Horseshoe, limitrophe, à l'ouest, de la Great Boulder, reçoit, à la profondeur de 60 *m* environ, l'un des lodes riches de la « Great Boulder », lequel penche vers l'ouest de 10° environ, à partir de la verticale : cette mine est sans doute unique au monde pour la concentration et la richesse de ses lodes; sa surface est de 9 1/2 *ha* seulement et si l'on compte la valeur de ses 300 000 titres à 400 *f* l'un, chiffre qui a été dépassé, on arrive à 120 millions de francs pour la valeur totale, soit plus de *12 millions* par *hectare*; il y a peu d'années, les propriétaires n'avaient mis cette mine sur le marché qu'à 2 millions 1/2 de francs. La production mensuelle de la « Golden Horseshoe » a atteint 9 400 onces d'or, soit pour 9 400 000 *f* d'or avec 30 pilons seulement, et l'on se prépare à doubler cette installation : les Ingénieurs se trouvent ici en face d'une difficulté bien rare; à cause de la faible étendue de la concession et de la grande surface qu'y occupent les affleu-

rements de la série des lodes riches, qu'il faudra exploiter, on ne sait où installer les nouvelles usines de traitement; on ne peut s'étendre en dehors du périmètre concédé qu'occupent déjà des mines en marche.

La mine « Ivanhoe », qui limite au nord la « Golden Horseshoe » semble être dans des conditions analogues au point de vue de la richesse et du nombre des lodes.

Les minerais extraits sont passés dans les batteries, sauf triage des tellurures extra-riches qui sont fondus avec du plomb.

Voici une des moyennes d'un mois à la « Golden Horseshoe », celui de juillet 1899 :

La batterie de 30 pilons a marché 30 jours.

On a recueilli sur les plaques 6 369 *onces* d'or.

Les tailings tenaient 1 once 1/3 à la tonne.

La cyanuration de 1 500 *t* a donné 2 099 onces.

Les concentrés tenaient 300 onces.

Le traitement de 92 *t* de concentrés a fourni 1 411 onces.

Toutes les dépenses, prises *sur le compte revenu*, ont été de *101.000 f.*

La valeur totale de l'or recueilli fut de 975 000 *f.*

La mine « Lake Vew Consols », limitrophe à l'est de la « Great Boulder prop. », a un lode très allongé, reconnu sur environ 600 *m* de longueur.

Au nord de la « Lake Vew », et dans la même direction, il faut citer la mine « Australia », de la Compagnie « Associated Gold Mine », où l'on a découvert des blocs de tellurures d'une valeur énorme : les travaux étaient à 160 *m* de profondeur au moment de notre passage, et le lode avait une épaisseur de 13 *m* de minerai avec une teneur de 2 onces par tonne.

Plus au nord et encore limitrophe, dans la mine « Kalgurli », on retrouve le prolongement du lode de 13 *m* de la mine Australia » : nous avons visité les galeries tracées dans ce lode, elles ont presque des dimensions de cathédrales, le roc étant très solide : le lode est la diorite habituelle, mais plus spécialement chargée ici de pyrites et de tellurures : on espérait pouvoir cyanurer directement après broyage à sec et grillage. A 100 *m* de profondeur, en suivant une mince veine de minerai, les recherches ont rencontré un lode de 6 *m* de large devenant de plus en plus riche en profondeur. Dans l'ouest de la mine, on explorait un lode large de 10 *m*, sur une longueur de 30 *m*. Une partie de cet amas fournit du minerai de 9 onces à la tonne. Ici, dans

les niveaux supérieurs, les filets de calcite avec or libre et gros sont assez nombreux. Les tellurures d'or se montrent en petits filets ou enduits. La partie oxydée n'a que 30 *m* de hauteur. Les gisements ont la forme de masses lenticulaires.

A partir de la mine Australia et vers le nord, le sol descend en pente assez rapide et conduit à la mine « Hannan's Brown Hill » qui mérite de nous arrêter un moment.

Contrairement à ce que nous venons de dire pour les lodes de Kalgurli et Australia, le gite est ici le véritable type du lode absolument oxydé et décomposé par les circulations internes des eaux : ce qu'il en reste est une sorte d'effondrement, de réduction de volume sur place, et tous les caractères que nous avons décrits sur l'action des eaux minérales internes s'y retrouve; c'est, pour nous, un lode classique à visiter et étudier avant qu'il disparaisse. La partie supérieure des lodes, ici tellement décomposée, présente l'or, non seulement en abondance, mais sous toutes les formes : or gros, fin, en enduits, en poudre brune précipitée; mais quand on arrive sur la roche solide, c'est-à-dire non décomposée, le lode est de teneur très ordinaire. Le fer, à l'état de peroxyde hydraté, argileux, a rendu le traitement impossible au début, et il a fallu créer des méthodes nouvelles dont nous parlerons. L'or, dans cette mine, ne semble pas avoir été combiné au tellure; car il n'a pas d'argent. Nous n'entrerons pas dans la description détaillée de ces amas décomposés, ce serait la répétition complète de ce que nous avons dit plus haut.

Récents progrès de la métallurgie de l'or en Australie occidentale.

On sait qu'au Transvaal il a fallu perfectionner les méthodes pour arriver aux bénéfices sérieux que l'on réalise aujourd'hui; c'est ainsi que l'on a utilisé avec un grand profit la propriété, connue depuis longtemps, que l'or possède de se dissoudre dans une solution, même très faible, de cyanure de potassium; on traite par ce moyen les minerais déjà pilés et passés au mercure, et on leur enlève l'or qu'ils contiennent encore, lequel jusqu'ici était perdu.

En Australie occidentale on a bien aussi appliqué la cyanuration, mais certains minerais ne s'y prêtent pas toujours comme au Transvaal où les minerais sont extraquartzeux et fournissent des

poussières qui se liquatent bien en se séparant de la solution de cyanure d'or; voici la composition générale de ces minerais des lodes:

Silice	50
Alumine	3
Fer peroxydé	12
Chaux et magnésie	12

Le minerai des lodes ne contient donc que 50 0/0 de silice, 10 à 15 0/0 d'oxyde de fer, et un complément de chaux, magnésie, alumine et alcalis et ses poussières, après avoir passé à la batterie, non seulement gardent environ une proportion de 50 0/0 de l'or resté sur les plaques d'amalgamation, mais fournissent souvent une boue gluante dont l'eau ne se sépare que très à la longue. On eût donc été obligé de renoncer aux avantages de la cyanuration, car la solution de cyanure d'or n'aurait pu se séparer des boues. C'est alors qu'on eût heureusement l'idée d'introduire dans des filtre-presse la matière cyanurée, d'en extraire d'abord par la pression le plus de liqueur de cyanure d'or possible, puis d'enlever le complément par un fort courant d'eau forcé au travers de la masse pressée, courant que l'on arrête aussitôt qu'il sort à peu près privé de cyanure. Dans les mines bien organisées, le mélange de poussières et de cyanure est malaxé mécaniquement dans des cuves fermées; quand l'or est dissous, un courant d'air comprimé lance le mélange dans les filtres-presses où les boues se concentrent en une série de gâteaux parallèles de quelques centimètres d'épaisseur : un accumulateur envoie ensuite son eau pour le lavage. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces filtres, qui ne diffèrent d'ailleurs pas beaucoup de ceux que nous usitons dans nos usines de produits chimiques. La dernière eau est reprise pour traiter de nouvelles boues avec addition de cyanure et, de la sorte, on extrait environ 90 0/0 de l'or de ces boues. Quant aux sables gros ou tailings, ils sont traités comme d'babitude dans des cuves.

On a fini par reconnaître qu'avant de soumettre les sables broyés au liquide cyanuré, il était important de classer ces sables par ordre de grosseur, de façon que l'or contenu dans chaque catégorie fût aussi de la même grosseur; quand on agit autrement, le grain le plus fin est dissous en quelques heures, pendant que les grains les plus gros ne le sont qu'en quelques jours;

on laissait donc, pour ne pas perdre d'or, l'attaque au cyanure se prolonger très longtemps. Quand les grains sont classés de grosseur, chacune des catégories ne reste dans les bacs que le temps nécessaire à la dissolution. Au Transvaal, on emploie surtout pour ce classement le « spitzkasten », mais cet appareil convient médiocrement, car il n'est qu'un classificateur insuffisant pour ce genre de sables extra-boueux; j'avais donc pensé à classer les grains dans un appareil analogue à certains de ceux qu'on emploie pour la houille, mais avec l'aide de plaques de cuivre amalgamées (1). La Compagnie de Fives-Lille voulut bien me prêter son précieux concours pour l'étude complète de mes appareils, mais nous trouvâmes, en Australie, une vaste usine de construction basée sur un principe analogue. On employait de l'air en mouvement au lieu de l'eau. L'usine se construisait pour le traitement des minerais si argileux et ferrugineux de la mine Hannan's Brown Hill, dont nous avons parlé, dont l'or, enveloppé d'argile, avait résisté jusque-là à tous les systèmes connus pour l'extraction de l'or, et c'est le classement préalable des poussières par ordre de grosseur qui seul put résoudre le problème; un Ingénieur allemand, M. Diehl, après broyage, opérait donc un véritable blutage de ces minerais, classant l'or et les sables par grosseur, puis cyanurant et filtrant les poussières comme nous avons dit plus haut; le succès fut complet. Nous ajouterons que l'usine était construite entièrement aux frais d'une compagnie spéciale, qui se contentait pour paiement, en cas de réussite, d'une certaine quantité d'actions de la Compagnie minière, cédées à un taux réduit. L'usine était prévue pour traiter 100 *t* par jour de minerai ; elle exigeait pour sa construction 400 *t* de fer rien que pour les bâtiments : les opérations peuvent se résumer de la façon suivante pour ce traitement nouveau : 1° élévation du minerai brut à un niveau supérieur; 2° grillage complet du minerai pour en chasser le soufre et le tellure; 3° concassage du minerai; 4° broyage du minerai au « krupp mill »; 5° division des poussières en six grosseurs par des ventilateurs qui les chassent et les laissent successivement déposer dans six compartiments; 6° les gros sables vont dans des cuves à cyanuration ordinaires; 7° les poussières ténues sont cyanurées, puis filtrées comme nous l'avons décrit un peu plus haut.

(1) Procédé et appareil pour concentrer, classer et amalgamer les minerais (1896).

Nous remarquerons que les minerais que les eaux ont pénétrés, sont tellement imprégnés de sels marins qu'il faut les laver soigneusement à l'eau douce avant de les griller : M. P. Charra, directeur de la Compagnie Slug hill (Pride of the Hills), a constaté jusqu'à 80 0/0 de perte d'or par grillage de minerais non lavés, tant le chlorure d'or volatil se forme facilement. Le traitement des tellurures est donc assez facile ici, tandis que dans les usines du Colorado où il abonde, sa métallurgie est rendue si coûteuse, à cause des déchets, par suite de la présence du spath fluor qui permet la volatilisation de l'or à l'état de fluorure au moment du grillage ou de la fonte.

Les tellurures d'or sont ici de deux sortes; ceux qui sont nettement noirs, généralement en très minces feuilles, ont l'analyse suivante :

Mercure	11
Or	21
Argent	30
Tellure	37
TOTAL	99

Leur densité est de 8,791.

Les tellurures d'un jaune pâle ou de laiton, contiennent :

Tellure	57
Or	42
TOTAL	99

Leur densité est de 9,377.

Le triage des parties chargées de ces minéraux est soumis à la fusion plombeuse dans des usines spéciales.

Productions actuelles de l'or en Australie occidentale.

L'extraction totale de l'or dans le seul district de Hannan's dans l'année 1898, a été de 795 272 onces (79 527 200 *f*) et les dividendes distribués se sont élevés dans la même année à 44 millions de francs, soit plus de la moitié de la valeurde l'or produit. Les mines les plus renommées de ce district et dont nous

avons parlé, ont fourni les dividendes suivants depuis leur organisation jusqu'à octobre 1899 :

Great Boulder proprietary. . . .	18 225 000 *f*
Lake Vew consols	21 875 000
Golden Horseshoe	7 500 000
Ivanhoe	6 250 000
Associated gold mines	5 625 000

Comme les usines vont se construisant, se doublant, s'améliorant, on espère voir les dividendes augmenter très vite dans une très notable proportion. Nous rappellerons que ce district n'est exploité que depuis cinq ans.

Le tableau ci-dessous est extrait de publications officielles du gouvernement ouest-australien pour toute sa colonie et pour le mois de juillet (dernier document publié) :

Or d'alluvion	428 000 *f*
Pépites	85 000
Or d'amalgame ou de cyanuration	14 200 000
Total pour un mois. . .	14 713 000 *f*

ce qui correspond à une production annuelle de $15 \times 12 =$ 180 millions de francs, et cette production, avons-nous dit, n'est qu'à ses débuts !

CONCLUSIONS

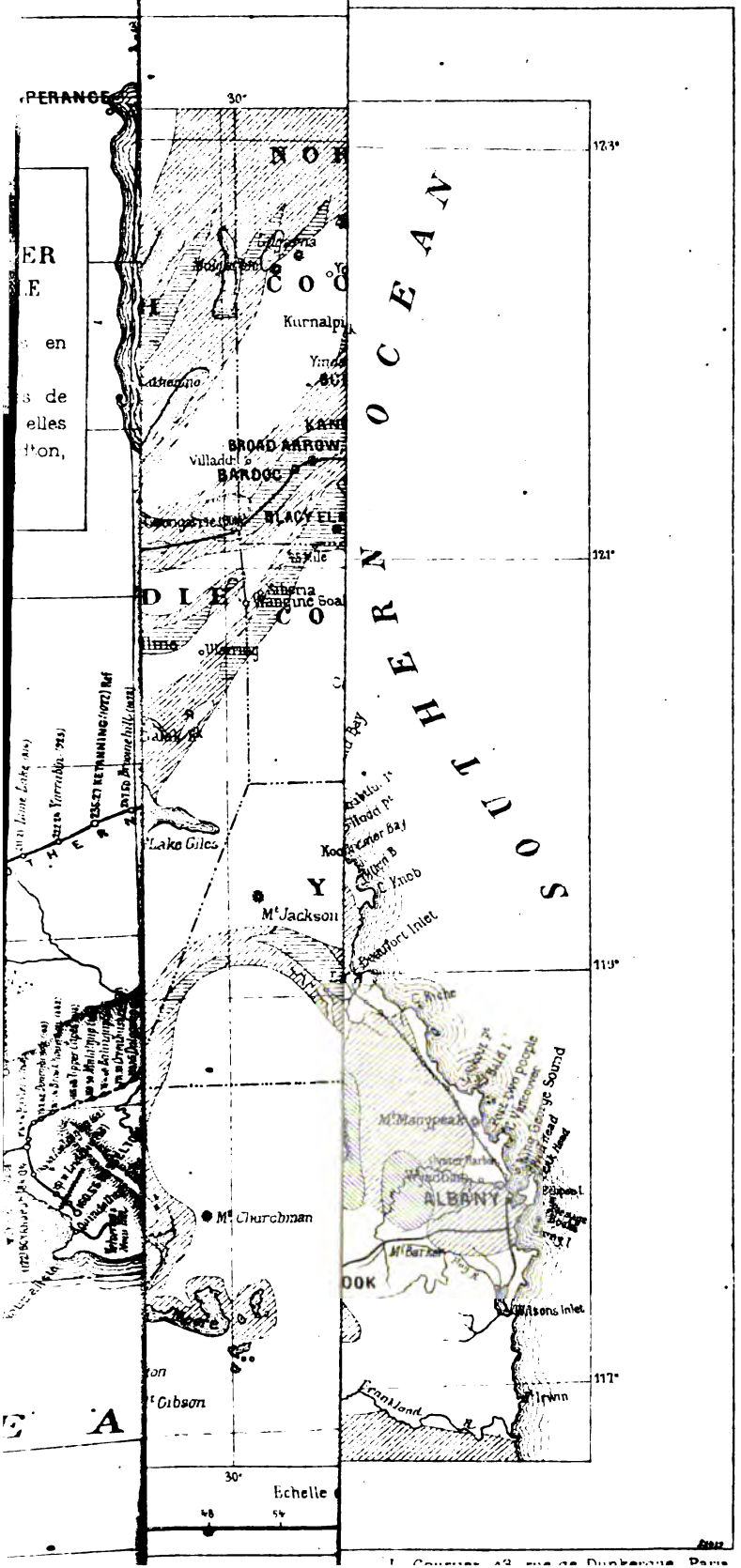
En présence de l'étendue considérable des terrains anciens reconnus en Australie occidentale et semblables pétrologiquement à ceux dont nous avons parlé, il n'est pas douteux que des mines nouvelles nombreuses et très riches sont encore à découvrir. Ici les mines sont mieux cachées qu'au Transvaal, par exemple, où les couches aurifères très quartzeuses se signalent généralement en saillies au-dessus du niveau des plaines et s'aperçoivent même de loin : cachés ici par la couche de sable alluvionnaire, les lodes ne sont mis au jour que par des tranchées tracées souvent au hasard; il en est de même des placers souterrains : il

faut donc s'attendre à ce que ce pays, si déshérité sur d'autres points, devienne une des plus inépuisables sources d'or du monde entier. Bien plus, selon nous, on doit encore s'attendre à recouper ici en profondeur la classe des métaux qui se confine dans ce genre de terrains anciens et tels que l'étain et son groupe : ce seront là, pour l'avenir, de nouvelles richesses. En résumé, ce pays, qui ne produira jamais rien en dehors des métaux, fera pourtant vivre par l'échange et pendant de longues années, une grande quantité de travailleurs, qui seront une excellente clientèle pour les autres peuples.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 84-1-00. — (Encre Lorilleux)

PERANCE
ER
E
en
de
illes
rom.


PERANGE
30°
NOR
COC
Kurnalpi
Lathemma
BROAD ARROW
Villadd
BARDOC
BLACK ELE
DIE
CO
Siberia
Mangine Soak
Lake Giles
Mt Jackson
Mt Churchman
Gibson
Echelle
SOUTHERN OCEAN
Flinders B
Mt Manypeaks
ALBANY
Wilsons Inlet
Irwin
123°
121°
119°
117°

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

FÉVRIER 1900

Première Quinzaine.

N° 3

CHRONIQUE

N° 242 A.

SOMMAIRE. — La machine à vapeur à la fin du dix-neuvième siècle. — Un atelier modèle américain à l'Exposition de 1900. — Production du caoutchouc dans l'Amazone *(suite et fin)*. — Limites pratiques de la transmission électrique à distance *(suite)*. — L'électricité à bord des navires.

La machine à vapeur à la fin du dix-neuvième siècle. Sous le titre qui précède, notre distingué Collègue, le professeur Thurston a fait, à la réunion à New-York de l'*American Society of Mechanical Engineers*, une communication contenant des faits d'un grand intérêt.

La Nordberg Manufacturing Company a récemment installé, à la station de la Pennsylvania Company, près de Pittsburgh, une machine du système Nordberg à 4 cylindres et quadruple expansion, marchant avec de la vapeur à 14 *kg* de pression et dont les pompes refoulent sous une charge de 180 *m* d'eau, différence entre les niveaux dans le puits et dans le réservoir. La conduite de refoulement a 1,600 *m* de longueur et 750 *mm* de diamètre, celle d'aspiration aboutissant à la rivière Alleghany a 180 *m* de longueur et 0,60 *m* de diamètre. La pression effective sur les pompes est ainsi de 19 *kg* environ par centimètre carré.

La machine peut fournir, par 24 heures, 22,000 m^3 d'eau en nombre rond sous une charge de 190 *m*.

Les pompes sont à double effet avec pistons plongeurs ; chaque pompe est en deux parties et les quatre soupapes sont disposées directement les unes au-dessus des autres sur le côté du corps de pompes ; ces soupapes sont en caoutchouc et portent sur des sièges en bronze, elles sont contenues dans des cages polygonales, disposition par laquelle on réalise le diamètre minimum pour les chambres des soupapes.

Un arrangement spécial et caractéristique de cette machine, c'est que le bâti est au centre de l'appareil avec des prolongements latéraux pour porter les cylindres, le mécanisme étant à découvert de chaque côté. La plaque de fondation porte un palier unique de grande longueur recevant l'arbre à chaque extrémité duquel est un plateau-manivelle; les deux boutons de manivelles sont à 180° l'un de l'autre.

Les tiges de piston sont reliées directement avec les tiges des pompes, ces tiges commandant les manivelles par l'intermédiaire de balanciers et de bielles constituant une transmission indirecte dont l'utilité ne paraît pas évidente. De chaque côté de la machine, il y a deux cylindres superposés, d'un côté, le 1er et le 3e cylindres, de l'autre le 2e et le 4e.

Entre les cylindres sont disposés des *receivers* contenant un faisceau tubulaire pour le réchauffage de la vapeur. Pour réduire au minimum les pertes par rayonnement, les cylindres qui reposent sur le bâti y portent par des parties de surface très réduite, le reste de la surface étant garni de matières peu conductrices de la chaleur. Tous les cylindres ont des enveloppes de vapeur, mais au pourtour seulement. La distribution s'opère par des organes Corliss, sauf pour l'échappement du cylindre n° 3 et l'admission et l'échappement du cylindre n° 4 dans lesquels on a employé des soupapes à simple siège, pour réduire au minimum les espaces nuisibles. L'admission est variable à tous les cylindres excepté au dernier. Celle du premier cylindre est réglée par un modérateur centrifuge. Comme le rapport de volumes est faible entre le premier et le second cylindre et que l'admission est assez forte au premier, on a dû disposer sur ces cylindres une distribution permettant de fermer l'admission après la moitié de la course et, comme le rapport de volumes entre le second et le troisième cylindres est au contraire assez grand pour que l'admission doive cesser avant la moitié de la course, on emploie au troisième cylindre un mécanisme Corliss ordinaire. Le rapport de volume est faible entre les cylindres 4 et 3, l'admission a lieu dans le dernier cylindre aux trois quarts de la course, ce qui ne nécessite pas de mécanisme spécial.

Les distributions sont commandées par deux arbres spéciaux, la disposition de l'arbre moteur ne permettant pas l'emploi d'excentriques. Un de ces arbres actionne le régulateur par une courroie.

La machine est munie d'un condenseur à surface. Les diamètres des cylindres sont de 0,495 — 0,750 — 1,257 et 1,460 *m*, ce qui donne des rapports de volume successifs rapportés au premier cylindre de 1 — 2,25 — 6,45 et 8,70 *m*. Les plongeurs des pompes ont 0,375 *m* de diamètre ; la course est, pour tous les pistons, de 1,067 *m*.

Voici les résultats obtenus. A l'indicateur la machine a développé

712 *ch*; le travail effectif a été de 23,650 m^3 par 24 heures avec une charge de 183,90 *m* d'eau. Le poids de vapeur dépensé par cheval indiqué et par heure a été de 5,55 *kg*. L'élévation relative de ce chiffre s'explique par le rechauffage de l'eau d'alimentation par de la vapeur prise dans les rechauffeurs des *receivers* et par la faible quantité de chaleur absorbée par unité de poids lorsque l'eau d'alimentation est réchauffée, comme dans ce cas, à une température de 155° C.

La chaleur dépensée s'élève à 45,67 calories par cheval indiqué et par minute, soit 2,745 calories par heure.

Le *duty* s'élève à 101 *kgm* par calorie et à 49,000 *kgm* par kilogramme de vapeur sèche.

Ces chiffres, dit M. Thurston, étant de 10 0/0 environ supérieurs aux meilleurs résultats obtenus jusqu'ici, constituent un véritable record pour les machines à vapeur.

Dans la discussion qui a suivi cette communication, M. Charles T. Porter, un des vétérans de la construction des machines à vapeur, a fait observer que ce record, quelque intéressant qu'il fût, ne devait pas être considéré comme le record final du siècle, qu'il restait encore à celui-ci un an à courir et que lui, M. Porter, espérait bien pouvoir, avant la fin de l'année, apporter les résultats d'une machine à quadruple détente, dont il venait d'achever l'étude. Avec de la vapeur à 21 *kg* de pression et une expansion à 20 volumes, il espérait obtenir un cheval indiqué avec 4 *kg* de vapeur.

Un atelier modèle américain à l'Exposition de 1900. — D'après le projet primitif, les expositions de machines et outils de provenance américaine devaient être réunies dans le grand palais, et on n'avait rien prévu pour les faire voir en fonctionnement. Le commissaire général de la section des Etats-Unis, sur la proposition de M. F. G. Drake. directeur de la partie mécanique et électrique, a décidé la construction d'un bâtiment destiné à recevoir les machines et outils qu'il serait intéressant de faire voir en mouvement. Cette proposition a été accueillie avec empressement par les exposants américains et, ces jours derniers, un transport du gouvernement des États-Unis a embarqué tous les matériaux destinés à la construction de ce bâtiment. Les machines exposées comprendront du matériel de mines, des machines pour l'industrie du coton et des machines-outils pour le travail du bois et des métaux.

Le bâtiment a été fait par la Berlin Iron Bridge Company avec des matières provenant des usines de Carnegie. La carcasse est en métal, les murs en bois et staff, avec enduit de plâtre à l'intérieur. La construction aura une longueur totale de 106 *m* sur 38 et se composera de deux bâtiments principaux avec deux ailes. Cette disposition a été adoptée par suite de l'abondance des places demandées, laquelle a nécessité une addition.

La force motrice sera fournie par deux chaudières Climax de 250 *ch* chacune et une machine compound tandem Erie-Ball de 300 *ch*. Cette machine commandera directement un générateur Bullock de 200 kilowatts. Les chaudières ont comme auxiliaire une pompe d'alimentation Blake et un réchauffeur Wainwright. En plus du service de la

machine motrice, elles fourniront la vapeur à un compresseur Ingersoll-Sergeant qui alimentera des outils pneumatiques dans le bâtiment et donnera l'air nécessaire à l'exposition des chemins de fer, qui sera voisine.

Les transmissions électriques seront largement employées; il n'y aura pas de lignes d'arbres.

Les petites machines seront groupées autant que possible et commandées par des arbres secondaires de très faible longueur, tandis que les grosses auront des moteurs indépendants. Le bâtiment principal sera desservi par un pont roulant électrique de Shaw de 10 *m* de portée laissant sous lui 6,50 *m* de hauteur libre.

Ce bâtiment sera édifié à Vincennes à 8 *km* du Champ-de-Mars et s'y trouvera à côté de l'exposition des chemins de fer, des automobiles, des cycles et des appareils de sauvetage. Les machines-outils et autres appareils seront constamment en mouvement et on leur fera produire un travail utile qui pourra servir dans une certaine mesure à compenser les dépenses de fonctionnement. Le visiteur trouvera l'avantage de voir fonctionner la machine qui l'aura intéressé dans l'exposition principale; celle-ci trouvera donc dans l'atelier dont nous venons de parler un complément des plus utiles. Les renseignements qui précèdent nous sont fournis par l'*Iron Age*, numéro du 14 décembre 1899.

Production du caoutchouc dans l'Amazone *(Suite et fin)*. — Le personnel chargé de la recette porte également une sorte de gourde légère destinée à recevoir le suc et pouvant loger le contenu de 500 à 700 godets. Ces gourdes sont vidées dans un bol en terre assez grand pour contenir le produit de plusieurs jours de travail. On se sert de calebasses pour verser le lait du bol en terre dans les moules. Ces moules sont constitués par des planches en bois. Voilà tout l'outillage nécessaire pour la récolte et la préparation du caoutchouc, il est fait sur place à l'exception des couteaux. Les hachettes et les godets en étain sont fabriqués dans les villes et villages de la région de l'Amazone.

Les ouvriers ont à se servir de leurs couteaux pour se frayer un chemin à travers les broussailles et à l'occasion pour couper un petit arbre et en faire un pont pour franchir un ruisseau. Souvent ils ont de la vase jusqu'aux genoux ou de l'eau jusqu'à la poitrine. Arrivé à un arbre à caoutchouc, l'homme enlève les parties les plus rugueuses de l'écorce, il fait une surface plus ou moins plane sur laquelle il fixe un godet et pratique au-dessus une légère incision pour que la sève tombe dans le godet; il opère de même tout autour du tronc jusqu'à ce qu'il ait installé six ou sept godets. Il fait de même jusqu'à ce qu'il ait procédé ainsi sur 75 à 150 arbres, ce qu'on peut faire en une journée, si les arbres ne sont pas trop éloignés les uns des autres. Certains ouvriers font les incisions le matin et reviennent chercher le produit le soir; d'autres, au contraire, incisent le soir et font la récolte le lendemain matin. Dans le bas de l'Amazone, on peut recueillir 3 *kg* environ de lait par jour, et dans le haut de l'Amazone le triple.

Lorsqu'on a récolté une quantité suffisante de suc, le produit de trois ou quatre jours, par exemple, l'ouvrier allume du feu, place dessus la cheminée en terre dont nous avons parlé, trempe la palette en bois dans

le lait de caoutchouc et le présente à la fumée pour le faire sécher. Il répète cette opération jusqu'à ce qu'il ait obtenu une espèce de galette; pour séparer celle-ci de la palette, il faut faire une fente sur un des côtés. C'est ce procédé qu'on emploie dans le Para. Dans d'autres endroits, on trempe dans le lait un bâton qu'on pose comme une broche sur deux autres bâtons terminés par des fourches et on tourne au-dessus de la fumée. Mais le premier procédé est préféré parce que le caoutchouc est mieux séché et se trouve meilleur.

On a fait diverses tentatives pour introduire des procédés de dessiccation perfectionnés; jusqu'à présent, on n'a pas réussi, parce que les méthodes actuellement employées, si elles sont primitives, ont au moins l'avantage de la simplicité et du bon marché. L'opération de la dessiccation du lait de caoutchouc est très pernicieuse pour les yeux. Les exemples de la perte complète de la vue pour les ouvriers qui la font ne sont pas rares.

Il y a trois qualités de caoutchouc du Para, la fine, la moyenne et la plus grossière. Le caoutchouc qui est mélangé et contient des impuretés est classé comme de moyenne qualité. La plus mauvaise, qu'on appelle « sernamby » ne se compose guère que de produits du grattage mal séchés. La difficulté de se procurer la main-d'œuvre est la grande difficulté de l'industrie du caoutchouc.

Les rapports consulaires, en signalant cet obstacle, ajoutent qu'il est peu prudent d'acquérir des propriétés contenant des arbres à caoutchouc, avant de s'assurer si on pourra compter sur une quantité d'ouvriers suffisante pour faire la récolte.

Limites pratiques de la transmission électrique à distance *(suite)*. — Deux moyens se présentent pour remédier à cette difficulté, accroître la distance entre les fils ou bien les recouvrir d'une couche de matière isolatrice. La première solution atténue le mal mais ne le supprime pas d'une manière absolue; la seconde n'est également qu'une solution d'une efficacité relative. Si on peut faire une installation fonctionnant d'une manière satisfaisante à une tension de 40 000 volts, on n'en est pas moins aux environs d'une limite qui n'est pas due à l'imperfection de nos méthodes mais qui tient au milieu dans lequel nous opérons. Entre 50 000 et 60 000 volts les difficultés deviennent assez sérieuses pour équivaloir à une impossibilité pratique; on doit donc songer à renoncer à établir les conducteurs dans l'air.

Devra-t-on employer des conducteurs souterrains ou les laisser aériens en les noyant dans l'huile?

Peut-être pourra-t-on trouver une substance non conductrice peu coûteuse pour contenir l'huile, mais il faudra tenir compte du danger de la résonance. En mettant les fils sous terre ou dans des tubes, on augmente la capacité du système et cela implique des chances de tomber en résonance avec les vibrations harmoniques mineures ou même avec les fondamentales. On a rencontré des cas de résonance formidables dans une ligne ayant des connexions souterraines et on aura certainement à tenir compte de ces faits, bien qu'en principe l'augmentation du voltage n'entraine pas par elle-même l'augmentation du

danger de résonance. Dans tous les cas, il ne faut pas se dissimuler qu'on est, avec les voltages très élevés, entre deux écueils : la résonance pour les conducteurs souterrains et la foudre pour les conducteurs aériens.

Il n'y a pas de point qui demande plus d'attention dans la question de la transmission électrique à distance que celui de la protection contre la foudre.

En général, les paratonnerres fonctionnent d'une manière suffisante. Si on opère à des tensions de 10 000 volts et plus, la distance de jaillissement de l'étincelle, souvent augmentée par les résonances mineures, est assez grande pour qu'il faille écarter suffisamment les paratonnerres si on veut éviter un jaillissement constant d'étincelles.

L'isolation des appareils est mise à l'épreuve d'une manière sérieuse et la force additionnelle d'une décharge atmosphérique même modérée, peut avoir des résultats graves. Les troubles provenant de cette cause amènent rarement des interruptions de service, mais ils sont souvent la cause de grands ennuis.

Les appareils de protection ne réussissent pas dans tous les cas et, pour avoir de bons résultats, il faut pour ainsi dire faire chaque fois une étude spéciale. Mais, en somme, on peut considérer ce genre de difficultés comme temporaires, et, selon toute probabilité, on les résoudra par des améliorations de détail.

Maintenant que nous avons pu apprécier, dans une certaine mesure, les limites apparentes du voltage, il reste à examiner une autre question non moins importante, celle de la distance maximum possible de la transmission électrique.

Ici, il est nécessaire d'introduire à la fois des considérations de l'ordre technique et de l'ordre commercial. En ce qui regarde les premières, on peut dire que l'expérience acquise jusqu'ici va jusqu'à des distances un peu inférieures à 150 *km*, 120 par exemple, pour une application pratique sérieuse. L'expérience indique que, jusque-là, il n'y a pas de difficultés importantes à craindre, car on ne trouve pas de différences dans le fonctionnement entre les plus longues lignes dans ces limites et les plus courtes. Si on écarte l'intervention de la malveillance, les longues lignes ne présentent pas plus de dangers et sont aussi faciles à maintenir en bon état que les autres, si elles sont établies d'une manière satisfaisante. Il ne faut pas perdre de vue qu'une ligne de transmission établie avec des isolateurs solides et des fils nus de bonnes dimensions ne peut être dérangée que par des effets extérieurs d'une grande violence. Il est reconnu que les tempêtes n'ont aucune action directe préjudiciable.

L'auteur ne connaît pas d'exemples d'une ligne ayant été renversée ou ayant subi des dommages importants de coups de vents ou autres phénomènes atmosphériques. On voit, à l'occasion, une branche d'arbre atteindre des fils, mais on doit en général établir ces lignes en rase campagne et on arrivera peu à peu à supprimer tous les arbres dans leur voisinage immédiat, de manière à prévenir toute cause de danger de ce fait.

Avec de bonnes conditions d'installation et de surveillance, la dis-

tance ne paraît pas par elle-même impliquer de difficultés. Si on l'accroît notablement au delà de 150 *km*, il sera convenable de réduire la fréquence des périodes du courant, mais, au point de vue technique, il n'y a pas de raison pour qu'on ne puisse pas aller jusqu'à 500 et peut-être 800 *km (A suivre.)*

L'électricité à bord des navires. — M. Alexander Siemens a lu, à la réunion, à Douvres, de l'Association Britannique, un mémoire sur l'électricité à bord des navires dont nous donnons ci-après un résumé d'après le *Journal of the Society af Arts*.

Tout le monde connaît l'énorme progrès qui a été réalisé sur les navires par la substitution de la lumière électrique aux anciennes sources de lumière et on ne s'étonnera pas qu'après cette première application, on ait cherché à étendre l'emploi de l'électricité à bord.

La première question à considérer dans ce cas était celle des appareils générateurs du courant électrique et il était facile de voir que les transmissions par courroies, d'un emploi général alors, ne convenaient pas dans cette application. Une modification à ce mode de transmission, introduite par M. J. S. Raworth, consistait dans la substitution aux courroies d'une corde sans fin passant sur des poulies à gorge et tendue à volonté pendant la marche par un galet également à gorge. Cette disposition avait sur la courroie l'avantage de ne pas pouvoir tomber ou glisser, mais elle partageait avec elle l'inconvénient grave d'occuper trop de place.

A la même époque, on appliqua les machines à grande vitesse du système Brotherhood, en les accouplant directement aux dynamos; mais alors la construction de ces machines n'était pas suffisamment comprise et les mécaniciens de bord leur préféraient de beaucoup les machines à double effet de construction simple. Pour répondre à ces vues et pour économiser l'espace, M. Raworth introduisit une transmission à friction qui a reçu de nombreuses applications et sur laquelle il convient de s'arrêter un instant. La dynamo est posée sur un châssis sur lequel elle peut glisser légèrement dans un sens perpendiculaire à l'axe de la partie tournante lequel porte une poulie en papier comprimé; cette poulie est en contact avec le volant de la machine à vapeur et des ressorts poussent la dynamo de manière à assurer une pression suffisante entre la poulie et le volant. Avec une machine horizontale et la dynamo placée entre le cylindre et le volant, l'arrangement est très compact.

Quelque temps après, M. Charles Hall, l'ingénieur électricien de la Peninsular and Oriental Company, appliqua directement à la commande des dynamos des machines Tangye, tournant à la vitesse relativement faible de 180 à 200 tours par minute. Ce type de matériel générateur est adopté dans tous les navires modernes et les avantages de la commande directe sont si bien reconnus aujourd'hui qu'on la préfère à la commande par courroies, même dans les cas où la place ne manque pas.

Il est assez piquant de rappeler qu'à l'Exposition de Chicago, les Ingénieurs américains se moquèrent fort des deux ou trois installations à commande directe envoyées d'Angleterre et prédirent que sous peu

les constructeurs de l'ancien monde abandonneraient cette pratique pour adopter la méthode américaine de transmission par courroie. On peut citer comme caractéristique de cette méthode, à l'époque, la station centrale des tramways de Brooklyn, où des machines compound Corliss commandaient deux dynamos installées au premier étage du bâtiment, au moyen de courroies de 1,50 *m* de largeur. Il est à peine besoin d'ajouter qu'actuellement la commande directe est aussi employée aux États-Unis qu'en Angleterre et, en fait, partout. On peut dire que le type de matériel générateur employé maintenant sur les navires, s'il est appelé, comme c'est probable à recevoir des perfectionnements de détail, ne paraît pas devoir être modifié dans ses grandes lignes.

Lorsque l'électricité a été introduite sur les navires de guerre en Angleterre, on a éprouvé quelques difficultés par suite de l'action des dynamos sur les compas, dans les cas où des cloisons étanches se trouvaient à proximité des dynamos et montaient jusqu'au voisinage des compas. Pour prévenir les conséquences des perturbations amenées par ces faits, on emploie actuellement sur les navires de guerre des dynamos blindées.

Pour la même raison, la distribution de l'électricité s'effectue par un double fil, le fil d'aller et le fil de retour étant placés l'un à côté de l'autre et faisant les mêmes parcours. Ces conducteurs ne donnent lieu à aucune difficulté, se prêtant à toutes les installations du bord, étant faciles à loger et à entretenir, et pouvant être soumis facilement à toutes les vérifications nécessaires pour apprécier leur état.

Ces avantages n'ont pas peu contribué à faciliter l'introduction rapide de l'électricité pour l'éclairage, mais elles sont peut-être encore plus appréciés pour la transmission de la force. Plus les navires sont grands, plus il est nécessaire de suppléer à la main-d'œuvre par le travail inanimé et il n'est que juste de dire que les navires modernes sont devenus de véritables ateliers mécaniques.

Jusqu'à ces derniers temps, toutes les machines auxiliaires étaient actionnées par de petits moteurs à vapeur ou des moteurs hydrauliques, ce qui nécessitait d'innombrables réseaux de canalisation dans tout le bâtiment, ce qui était difficile à installer et donnait toutes sortes d'erreurs par les fuites. Il ne faut pas perdre de vue que les machines à vapeur donnent lieu à un échappement de vapeur et qu'il faut encore des tuyaux pour évacuer cette vapeur et l'eau condensée. Ces inconvénients sont évités par l'emploi des moteurs électriques et ceux-ci sont aujourd'hui employés d'une manière générale dans tous les cas où la charge sur le moteur ne varie pas dans de grandes limites. *(A suivre.)*

COMPTES RENDUS

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

3e trimestre de 1899 (suite et fin).

Notice sur les travaux de construction du troisième bassin de radoub de Missiessy, par M. Guiffart, Ingénieur des Ponts et Chaussées. (Voir *Informations techniques*, 1re section, n° 2.)

Notice sur la construction de l'édifice du phare d'Eckmuhl, par M. Duperrier, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Étude des mouvements vibratoires dans les ponts à poutres droites à une travée et dans les ponts suspendus à tablier continu simplement appuyés aux culées, par M. G. Lebert, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Résistance des sphères et cylindres en contact, par M. Galliot, Ingénieur des Ponts et Chaussées. (Voir *Informations techniques*, 2e section, n° 10.)

Construction des grandes arches en maçonnerie sur la ligne de Quillan à Rivesaltes, par M. Bouffet, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (Voir *Informations techniques*, 1re section, n° 4.)

Deuxième note sur une étude expérimentale de l'action de l'eau sous pression sur les maçonneries, par M. Breuillé, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

ANNALES DES MINES

10e livraison de 1899.

Notice sur la construction d'une galerie souterraine, destinée à relier la concession des mines de lignite de Gardanne » la mer, près de Marseille, par M. Domage *(suite)*.

Note sur la rupture d'un tube à fumée, survenue le 26 novembre 1898, dans la sucrerie de MM. Brabant frères, à Onnaing (Nord), par M. Leon, Ingénieur des mines. (Voir *Informations techniques*, 3e section, n° 15.)

Note sur l'explosion d'un récipient de vapeur, survenue le 4 janvier 1898, dans une fabrique de caoutchouc, à Halluin, par M. Herscher, Ingénieur des mines. (Voir *Informations techniques*, 3e section, n° 16.)

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 50. — *16 décembre 1899.*

Emploi des régulateurs à action indirecte pour le réglage des turbines, par A. Pfarr.

Emploi de la surchauffe dans les machines à vapeur, par A. Doerfel *(fin)*.

Traction électrique par crémaillère, par O. Lasche *(fin)*.

Assemblée générale de la Société technique maritime de Berlin.

N° 51. — *23 décembre 1899.*

Recherches sur la déformation des fonds en forme de calotte, par C. Bach.

Emploi des régulateurs à action indirecte pour le réglage des turbines, par A. Pfarr *(fin)*.

Service des usines métallurgiques, par C. Schnabel *(fin)*.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — La fabrique rhénane de linoléum.

Groupe de la Ruhr. — Transformateurs de courant pour stations centrales d'électricité.

Bibliographie. — Laboratoire de mécanique de l'École technique supérieure de Berlin, par E. Josse.

N° 52. — *30 décembre 1899.*

Recherches sur la déformation des fonds en forme de calotte, par C. Bach *(fin)*.

Nouveautés dans les machines pour l'industrie textile, par G. Rohnr *(suite)*.

Groupe de Hambourg. — Transmissions par courroies dans des pièces à atmosphère humide.

Groupe de Westphalie. — Service des gares de triage.

Revue. — Importation et exportation de machines et matériel de chemins de fer pour l'union douanière allemande en 1898.

Correspondance. — Les vibrations des navires, leurs causes et les moyens d'y remédier.

N° 1. — *6 janvier 1900.*

Coup d'œil sur la question de la construction des machines élévatoires et d'épuisement, par Th. v. Bavier.

Les automobiles et leurs moteurs.

Bateaux transbordeurs de trains en Danemark.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Chauffage. — Économètre à absorption de Arndt.

Assemblée générale des sidérurgistes allemands, à Dusseldorf, le 10 décembre 1899 : réduction de la consommation des matières premières dans la fabrication du fer.

Revue. — Pompes express. — Disposition pour agrandir les espaces neutres d'une machine à vapeur.

INFORMATIONS TECHNIQUES

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **La forme sèche de Bremerhaven.** — La forme sèche de Bremerhaven est la plus grande de l'Europe continentale; quelques formes anglaises ont la même grandeur et elle n'est dépassée que par celle de Liverpool, qui a 290 *m* de longueur. La forme de Bremerhaven débouche dans le Kaiserhafen construit de 1890 à 1897. L'État a contribué aux dépenses d'établissement pour la moitié à peu près et elle est louée au Norddeutsher Lloyd pour une somme annuelle de 120 000 marks, cette Compagnie ayant l'entretien à sa charge. A l'origine, la forme ne devait avoir que 200 *m* de longueur, mais, pendant la construction, on a décider de porter cette longueur à 216 *m*. De même, on avait prévu pour les appareils d'épuisement une puissance de 800 *ch* et on a dû la porter à 1 200. Ces modifications ont augmenté les dépenses prévues de 1 125 000 *f*.

L'installation complète comporte un bassin extérieur, un bassin de réparation et la forme sèche. Le bassin de réparations qui est à flot peut recevoir deux navires, l'un de 150 *m*, l'autre de 195 *m*; il est desservi par une grue électrique de 165 *t* de puissance. La forme sèche a, comme on l'a vu, 216 *m* de longueur; elle a 27,60 *m* de largeur et 9,60 de profondeur utile. Le radier est en béton, il a dû être fondé sous l'eau, vu la nature peu favorable du terrain; les murs sont également en béton, mais avec revêtement en briques, les gradins sont en granit.

Deux pompes avec moteurs de 600 *ch* chacun peuvent épuiser la forme en deux heures et demie. La forme est fermée par un bateau-porte qu'on peut placer dans deux emplacements distants de 61 *m*. Cette disposition permet, lorsqu'on veut mettre à sec un navire de moindre longueur, de vider le bassin plus vite. Il y a deux grues de 50 *t*, une de chaque côté, et une troisième de 20 *t* est placée sur le bateau-porte. L'éclairage pendant la nuit est assuré par 20 lampes à arc (*Scientific American*, Supplément, 18 décembre 1899, page 20032).

2. **Construction du troisième bassin de radoub de Missiessy.** — Les deux premiers bassins de radoub, construits à Missiessy (Toulon), n'ayant que 133 *m* de longueur, se trouvaient insuffisants pour les derniers types de cuirassés; on résolut donc d'en construire un troisième de 150 *m* de longueur. L'examen comparatif des divers projets fournis par les entrepreneurs fit donner la préférence à la solution proposée par M. Hersent, consistant dans la fondation dans un caisson unique qu'on échouerait dans une fouille en le lestant avec la maçonnerie nécessaire tandis qu'on monterait les hausses latérales au fur et à mesure de l'avancement de la maçonnerie dont le bord supérieur devrait toujours dépasser le niveau de l'eau.

Les travaux ont été exécutés d'après ce programme.

Le caisson pesait environ 2 000 *t* pour 6 500 m^3. L'expérience acquise a permis de réduire le poids dans une assez large mesure par rapport aux caissons des deux premiers bassins de Missiessy. La fouille a été déblayée à la drague avec mise à terre des déblais au moyen d'un débarquement flottant. Les fondations ont été exécutées à l'air comprimé :

L'ensemble du travail commencé le 1er septembre 1894 a été terminé le 19 septembre 1898, en avance de deux mois et dix jours sur le délai fixé pour l'exécution, délai qui était de quatre ans et trois mois.

La dépense totale s'est élevée à 5 323 000 *f*, sur lesquels les travaux à forfait entrent pour environ 2 millions.

L'ouvrage est d'une étanchéité absolue, ce qui est la preuve de l'excellence du système de fondation employé, système qui paraît, dit l'auteur de la note relative à ces travaux, apte à recevoir une grande extension et qu'il serait, en particulier, intéressant de pouvoir étendre avec les modifications nécessaires aux mers à marées de faible ou de moyenne étendue tout au moins (*Annales des Ponts et Chaussées*, 3e trimestre de 1899, mémoire de M. Guiffart, Ingénieur des Ponts et Chaussées, avec planches).

3. — **Tunnel du Simplon.** — Voici l'état des travaux du tunnel du Simplon à la fin de décembre 1899.

Galerie d'avancement	Côté Nord Brigue	Côté Sud Iselle	Total
Longueur à la fin de novembre. *m*	2 148	1 426	3 574
Progrès mensuel . . . . . —	152	140	292
Total à la fin de décembre . . . —	2 300	1 566	3 866
Ouvriers :			
Hors du tunnel :			
Total des journées	18 757	7 692	26 449
Moyenne journalière	661	280	941
Dans le tunnel :			
Total des journées	29 355	22 586	51 941
Moyenne journalière	1 112	953	1 765
Ensemble des chantiers :			
Total des journées	48 112	30 278	78 390
Moyenne journalière	1 673	1 033	2 706
Animaux de trait :			
Moyenne journalière	31	15	46

Côté nord. — La galerie d'avancement a traversé le schiste calcaire. Travaux suspendus le 4 (Sainte-Barbe) et le 25 (Noël). Progrès moyen de la perforation mécanique : 5,24 *m* par jour de travail.

Côté sud. — La galerie d'avancement a traversé le gneiss d'Antigorio sec. Travaux suspendus le 4 (Sainte-Barbe). Progrès moyen de la perforation mécanique : 4,67, *m* par jour de travail (*Journal de Genève*, 10 janvier 1900).

4. — **Grandes arches en maçonnerie.** — La ligne de chemin de fer de Quillan à Rivesaltes traverse, dans le département de l'Aude, une section de 14 *km* où les travaux d'art, ponts, tunnels et viaducs, se succèdent presque sans interruption. Parmi ces ouvrages, on peut citer quatre ponts, situés entre Saint-Martin Lys et Axat, qui sont particulièrement intéressants; on y rencontre des ouvertures de 40, 34 et 30 *m*.

Les intrados sont ou des pleins cintres ou des arcs de cercle à culées perdues. Les voutes sont exécutées en moellons smillés, la pierre de taille ne figure que dans la plinthe et les bahuts de parapets.

Un de ces ponts, celui de Rebuzo, de 40 *m* d'ouverture, avait été prévu avec une travée métallique; il devait coûter 87 000 *f*; il a été exécuté en maçonnerie pour 80 000 *f*. Ce fait est intéressant à citer en ce moment où on a peut-être une certaine tendance à exagérer l'emploi du métal, même dans des cas où les arches en maçonnerie seraient préférables, tant au point de vue de la durée de l'ouvrage qu'à celle de la dépense et de l'effet architectoniques (*Annales des ponts et chaussées*, 3e trimestre de 1899. note de M. Bouffet, Ingénieur en chef des ponts et chaussées).

5. — **Les chemins de fer aux États-Unis.** — Voici quelques chiffres extraits du Manuel de Poor et relatifs à la situation des chemins de fer aux États-Unis à la fin de l'année 1898.

Longueur totale de lignes	297 679
Doubles voies, voies de groupes, etc.	97 153
Longueur totale des voies	394 832
Longueur des voies en acier	355 492
— — en fer	39 340
Nombre de locomotives	36 746
— de voitures à voyageurs	25 844
— de fourgons, wagons-poste, etc	8 049
— de wagons à marchandises	1 284 807
— total de véhicules	1 318 700
Coût total d'établissement	64 milliards de francs
Nombre de voyageurs transportés	514 982 288
Nombre de tonnes de marchandises transportées	912 973 853
Recettes du transport des voyageurs	1 417 000 000
— — des marchandises	4 513 000 000
— diverses	562 000 000
— totales	6 492 000 000
Produit net total	2 569 000 000

On voit par ce qui précède que le prix moyen d'établissement ressort à 215 000 *f* par kilomètre, que la recette brute kilométrique moyenne est de 21 800 *f* et que le revenu moyen par rapport au prix d'établissement est de 4 0/0.

Tous ces résultats sont notablement en augmentation par rapport à l'année 1897. Ajoutons qu'il a été construit, pendant l'année 1898, une longueur de 5 150 *km* de voies ferrées, dont une grande partie, 1 500 *km*

dans les États du Sud-Ouest, 750 dans ceux du Nord-Ouest et 700 dans le Sud-Atlantique; le reste se répartissant en chiffres beaucoup plus faibles entre les autres Etats.

Une observation utile à faire quand on considère le revenu moyen indiqué ci-dessus est que, un assez grand nombre de lignes ne donnant pas de revenu, le produit net des lignes rémunératrices est notablement supérieur à cette moyenne.

IIe SECTION

Mécanique et ses applications, locomotives, machines à vapeur, etc.

6. — **Emploi de la surchauffe dans les locomotives.** — Au Lancashire and Yorkshire Ry, M. Aspinall a installé des surchauffeurs sur deux machines express de la classe 1900. A cet effet, les tubes des chaudières ont été raccourcis d'une quantité assez notable laissant ainsi à l'avant une boîte à fumée de très grande capacité. Dans cette boîte a été logé un surchauffeur de diamètre moindre qui se trouve ainsi chauffé extérieurement de même que par un nombre de tubes égal à celui de la chaudière, ces premiers tubes ayant eux-mêmes un plus grand diamètre que les seconds. Toute cette installation a été faite avec beaucoup de soin et on attend avec intérêt les résultats de cette expérience, mais le fonctionnement des appareils est trop récent pour qu'on puisse encore rien en dire (*Engineer*, 5 janvier 1900, page 17).

7. — **Freins à air comprimé pour tramways.** — Les longues voitures automobiles à moteur électrique qu'on emploie sur certaines lignes de tramways sont munies de freins à air et l'air est fourni par de petits compresseurs mus par le moteur ou par un des essieux avec disposition automatique pour mettre le compresseur en marche et l'arrêter selon que la pression atteint un minimum et un maximum déterminés. On commence aussi à employer des réservoirs d'air comprimé chargés à la station centrale. Chaque voiture porte deux de ces réservoirs et leur capacité collective est de 1 000 *l*. L'avantage de ces réservoirs est de réduire le poids par rapport aux compresseurs et de supprimer le bruit et les vibrations désagréables donnés par ces appareils. Avec 1 000 *l* d'air comprimé à 15 *kg* de pression par centimètre carré, une voiture a effectué 228 arrêts sur un parcours de 150 *km*, la durée de ce parcours ayant été de 6 heures 20 minutes, et le profil très accidenté. A l'arrivée, on avait encore 2,8 *kg* de pression dans les réservoirs. Il faut moins d'une minute pour faire et défaire le raccord de la voiture et charger les réservoirs à la station centrale (*Engineer*, 22 septembre 1899, page 305).

8. — **Production des ateliers Baldwin en 1899.** — Il est sorti en 1899, des ateliers de la maison Baldwin, à Philadelphie, 755 locomotives sur lesquelles 348 étaient pour l'exportation. Sur ces 755 locomotives il y en avait 503 à simple expansion et 252 du système

compound, soit une proportion de 32,05 0/0. Des locomotives compound, 245 étaient à 4 cylindres (système Vauclain) et 7 seulement à 2 cylindres.

La production de 1899 a été supérieure à celle de l'année précédente. Du reste, les ateliers avaient été réorganisés en vue d'une production possible de 1 000 locomotives par an, soit 3 1/2 par jour. Pour atteindre ce but, la plupart des départements doivent réaliser un fonctionnement continu à raison de 24 heures par jour et exigent une puissance motrice de 5 000 *ch.* On consomme dans ces conditions 1 000 *t* de charbon et 1 900 *t* de fer par semaine (*Scientific American* supplément, 23 décembre 1899, page 20057, d'après le *Trade Journal Review*).

Nous trouvons dans l'*Iron Age* le détail complémentaire suivant, qui n'est pas sans intérêt. En 26 jours de travail dans le mois d'octobre, les mêmes ateliers ont fabriqué 104 locomotives complètes, soit en moyenne 4 par jour. En novembre, avec 25 jours de travail, 92 locomotives ont été construites et livrées. Le journal américain ajoute qu'on ne trouverait nulle part rien d'analogue en fait de construction de locomotives. Nous sommes très disposés à le croire.

9. — **Curieuse expérience de balistique.** — M. Edward Hoyle a expérimenté un curieux procédé pour imprimer à un projectile une vitesse énorme. Il s'est servi, à cet effet, d'un tube d'environ 1,50 *m* de longueur, représentant un canon et disposé comme suit : du côté de la culasse, se trouve une chambre à poudre, après vient le canon proprement dit, de 51 *mm* de diamètre, puis une partie rétrécie à 12,5 *mm* sur 0,48 *m* de longueur. Après la cartouche de poudre, le tube est rempli d'eau et le projectile est placé dessus à l'entrée de la partie rétrécie ; il a donc 12,5 *mm* de diamètre et son épaisseur est de 6 *mm*. Il pèse environ 6 *g*.

Les choses ainsi disposées, si on met le feu à la poudre, l'explosion refoule l'eau qui agit sur le projectile et chasse celui-ci à une vitesse qui est à celle de l'eau en raison inverse du carré des diamètres, soit 16 à 1. En fait, le projectile traverse une plaque de tôle de 10 *mm* d'épaisseur placée à 2,40 *m*. La formule de Tresidder indique, pour ces données, une vitesse de 4 500 *m* par seconde.

On peut opérer en remplaçant l'eau par une matière pulvérulente ; ainsi l'auteur s'est servi de céruse. La charge consistait en 180 *g* de grosse poudre de chasse ; elle devait donner à la céruse une vitesse d'environ 280 *mm* à la seconde qui, multiplié par le rapport des sections, arriverait à 4 500 *m* pour le projectile. Il semble même qu'on pourrait se passer de poudre et qu'un homme vigoureux maniant un marteau de 6,5 *kg* pourrait imprimer à une balle Lee Metford une vitesse initiale de 1 800 *m* par seconde. Sans suivre l'auteur dans les considérations qu'il émet relativement à une réforme complète de l'artillerie basée sur ces faits, il nous a paru intéressant de les relater sommairement (*Iron-Age*, 9 novembre 1899, page 9, d'après l'*Engineer*).

10. — **Résistance des sphères et cylindres en contact.** — Le cas d'appui de sphères sur des cylindres se présente dans les paliers à billes. On pourrait employer des sphères portant sur des cylindres,

dans les chariots de dilatation des ponts. Au point de vue de la résistance, l'avantage est considérable ; une bille, reposant sur un cylindre, peut supporter des efforts bien plus considérables que ceux auxquels elle résisterait si elle reposait sur un plan.

En partant des formules établies par M. Boussinesq, dans son *application des potentiels à l'étude des corps élastiques*, on trouve par le calcul que l'emploi d'un chemin de roulement cylindrique, de rayon supérieur de 10 0/0 à celui de la sphère, réduit le travail maximum aux 45 0/0 de ce qu'il serait avec l'emploi de surfaces planes.

L'examen de ces formules conduit à une conséquence intéressante, savoir que dans les cas où on emploie des billes en en couvrant toute une surface, il est indifférent de les prendre grosses ou petites, tandis que, lorsqu'il s'agit d'un simple chapelet de billes, comme dans un essieu de bicyclettes ou un palier à billes, il faut les choisir les plus grosses possibles.

Ces formules supposent que la limite d'élasticité n'est pas dépassée au point de contact. Pour ce motif, elles sont rarement applicables à un organe neuf dans lequel les surfaces en contact ont des courbures sensiblement différentes. Elles s'appliquent plutôt aux organes ayant quelques jours de fonctionnement. Un exemple le fera bien comprendre.

Prenons un pivot sphérique de 50 *mm* de rayon reposant sur une crapaudine de 51 *mm* de rayon. Supposons un métal dont le coefficient E vaut 2×10^{10} et dont la limite d'élasticité est atteinte par une charge à la compression de 20 *kg* par millimètre carré. La formule donnée pour les sphères indique que cette pression de 20 *kg* sera atteinte sur le centre de contact dès que la pression du pivot sur la crapaudine atteindra 400 *kg*. Si la pression est plus forte, il y aura déformation et les courbures des surfaces en contact se modifieront en se rapprochant l'une de l'autre. Supposons qu'elles prennent des rayons respectifs de 50,4 et 50,6 *mm*; le terme $\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}$ deviendra 5 fois plus petit que lorsque les courbures avaient pour rayon 50 et 51 *mm* et l'effort nécessaire pour atteindre la limite d'élasticité sera 25 fois plus grand et égal à 10 000 *kg* (*Annales des Ponts et Chaussées*, 3e trimestre de 1899. Mémoire de M. Galliot, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées).

11. — **Câbles en papier.** — Des câbles en papier pour transmissions sont fabriqués depuis quelque temps par les Ironmongers Rope Works, à Wolverhampton. Ces câbles sont très souples et se plient avec la plus grande facilité, même au diamètre de 38 *mm*. On les fait avec trois torons dont chacun est formé de torons secondaires de pâte à papier auxquels on donne une torsion initiale. On les trempe dans une composition faite principalement d'huile cuite.

Leur résistance n'est pas tout à fait égale à celle du chanvre de Manille, mais, comme pour les câbles de transmission, on se tient généralement assez loin de la limite de rupture, cela n'a pas d'inconvénient sérieux. Les épissures se font comme avec les autres câbles, mais sur une plus grande longueur et les fabricants ont imaginé un système de liaison mécanique pour éviter les épissures.

On a fait une série d'expériences comparatives sur l'adhérence aux poulies de diverses espèces de câbles. Voici comment on a procédé. On s'est servi d'une poulie à gorge unique de 0,61 *m* de diamètre effectif, portée sur un axe horizontal et tournant à une vitesse uniforme de 54 tours par minute. On mettait successivement sur la gorge des câbles de diverse nature, une extrémité était attachée au crochet d'une balance à ressort fixée au plancher et on suspendait des poids à l'autre extrémité. Ces poids étaient successivement de 7, 14 et 28 livres, soit 3,17, 6,34 et 12,64 *kg*. On mesurait pour chacun l'effort produit sur le ressort de la balance. Voici les résultats :

			3,17 *kg*	6,34 *kg*	12,64 *kg*
Diamètre 25 *mm*.		Manille	15,4	38	57
—	—	Coton blanc non apprêté	22,2	38	69,8
—	—	— apprêté . .	20,4	36,2	61
—	—	Papier	28,5	47,6	85,6

Dans tous les cas observés, l'effet de traction avait une tendance à diminuer après une minute environ de marche. Cet effet était toutefois moins marqué avec le câble en papier qu'avec les autres et on arrivait promptement à un effort sensiblement constant. Les câbles furent examinés après l'essai; le câble en papier était simplement poli, tandis que les autres montraient des signes d'usure par frottement.

A l'usine où on fabrique ces câbles, à Wolverhampton, il y en a un qui marche continuellement depuis un an et huit mois, actionnant une machine à 45 *m* de distance de l'arbre principal et courant à la vitesse de 3,50 *m* par seconde; il passe entre deux sur plusieurs galets-guide qui ne sont pas en ligne droite. Un second câble de même matière de 6,10 *m* de longueur et 41 *mm* de diamètre, transmet à la vitesse de 3,50 *m* par seconde le travail d'un moteur de 6 *ch* depuis onze mois. Ces deux câbles ne montrent aucun signe d'usure. Un point à noter est qu'ils traversent une pièce fréquemment pleine de vapeur condensée.

Comme comparaison, on peut signaler qu'un câble en coton fonctionnant dans le voisinage de ceux-ci et dans des conditions analogues mais avec beaucoup moins d'effort est déjà passablement usé et beaucoup plus près de sa fin que les câbles en papier. Ces câbles donnent également de très bons résultats dans la boulonnerie de William Miller et fils, à Wolverhampton (*The Iron and Coal Trades Review*, 5 janvier 1900, page 28).

III[e] SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

12. — **Fabrication du coke dans la Grande-Bretagne.** — L'année 1899 a été remarquable dans la Grande-Bretagne pour la fabrication du coke, qui a atteint des chiffres inconnus jusqu'ici et dus en très grande partie à l'énorme production de fonte par rapport aux années précédentes.

On estime la production du coke en 1899 à 14 millions de tonnes. Ce coke est produit dans deux catégories de fours, les fours ordinaires et les fours à récupération des sous-produits, ces derniers gagnent beaucoup de terrain.

Il y a beaucoup de système, ceux qui sont employés en Angleterre sont les systèmes Coppée, Semet-Solvay. Simon Carvès, Otto et enfin Collin. Voici la production de ces divers systèmes en 1899 :

Fours Coppée,	nombre 2,296,	production	1,800,000 *t*
— Semet-Solvay,	— 420,	—	500,000
— Simon Carvès		—	450,000
— Otto.		—	350,000
— Collin.		—	120,000
	TOTAL. . . .		3,220,000

La production totale étant, comme nous l'avons indiqué plus haut, de 14 millions de tonnes, il resterait encore plus de 10 millions de tonnes produits par les anciens fours. On voit qu'il y a encore un vaste champ à exploiter pour les systèmes de fours à récupération.

Les fours Simon-Carvès sont les plus grands qui existent. A la houillère de Wharncliffe il en a été monté une batterie de 35 dont chacun reçoit 10 *t* à chaque charge, ils produisent ensemble 1,400 *t* par semaine ou 72,000 *t* par an (*The Iron and Coal Trades Review*, 5 janvier 1900, page 19).

13. — **Dosage de l'humidité dans les combustibles.** — D'après M. G. van der Bellen, la houille exposée à l'air peut augmenter de poids en absorbant de l'oxygène; cette absorption est favorisée par une élevation de température; c'est un fait qui influe sur l'exactitude du dosage de l'humidité dans une proportion parfois considérable, comme le montrent les résultats suivants obtenus par l'auteur, en opérant dans des conditions variées sur un même échantillon de houille :

	Eau 0/0
Par exposition dans un dessiccateur à acide sulfurique pendant sept jours.	6,85 — 6,95
Au bain-marie à 97° pendant quatre heures . .	6,48 — 6,35
A l'étuve à 110° pendant 24 heures	4,54 — 4,56
Par pesée directe; absorption dans un tube à chlorure de calcium calciné	7,31 — 7,42

Ce dernier chiffre est évidemment le seul exact. Il est regrettable que, pour la pratique industrielle, le procédé laisse à désirer en raison de l'appareil qu'il exige. Dans ce cas, l'auteur donne la préférence à la dessiccation à froid. (*Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, novembre 1899, d'après le *Protok. der Saint-Pétersb. polytechnichen Vereins.*)

14. — **Un outil pneumatique.** — Une application intéressante des outils mus par l'air comprimé a été faite aux salines de Manistee, Mich. Le sel sortant des appareils à évaporer dans le vide est à grain fin et contient encore une notable proportion de saumure, aussi s'agglomère-

t-il et devient-il très dur. Comme il est en tas énormes, on éprouve une réelle difficulté à le briser pour le mettre en barils pour l'expédition. Il fallait employer des pics et autres outils analogues. La main-d'œuvre ayant été rare dans la dernière saison, on a dû recourir à des moyens mécaniques. On a employé une tarière hélicoïdale de 0,25 *m* de diamètre et 1,80 *m* de longueur mue par le moteur à air comprimé d'une perforatrice à rotation de Boyer, le tout porté sur une sorte d'affût à deux roues.

L'ouvrier poussait l'appareil à mesure que la tarière enfonçait dans le sel. On faisait un trou de 1,80 *m* de profondeur en 45 secondes. Avec un nombre suffisant de trous rapprochés, on détachait en une ou deux heures un bloc de sel qui se brisait en tombant de sorte qu'on n'avait qu'à ramasser la matière à la pelle pour la mettre en barils. En se servant de la machine deux jours et demi par semaine, on économisait 30 ouvriers sur 60 et, comme le travail n'offrait plus aucune difficulté, on recrutait facilement des ouvriers. (*Iron Age*, 12 octobre 1899, page 5.)

15. — **Rupture d'un tube à fumée.** — Cette rupture, survenue à un tube à fumée d'une chaudière semi-tubulaire de la sucrerie Brabant frères, à Onnaing, paraît devoir être attribuée à une corrosion par les eaux d'alimentation, corrosion qui avait réduit l'épaisseur du fer de 3,5 à 0,5 *mm*. L'analyse de l'eau restée dans la chaudière a fait reconnaître une acidité, exprimée en acide sulfurique, correspondant à 0,72 *g* par litre; cette acidité est due à la présence d'acides oxalique, citrique, malique, tartrique et autres provenant de la décomposition des matières sucrées.

Cet accident, qui n'a d'ailleurs pas eu de conséquences graves, doit appeler l'attention sur les dangers provenant de l'entraînement des matières sucrées dans les chaudières où ces matières se transforment, par un séjour prolongé, en acides organiques qui attaquent énergiquement les tôles de fer des générateurs.

Une saturation exacte des eaux, ou tout au moins la fréquence des chasses, paraît le remède indiqué. Un autre danger, l'attaque du fer par les sels de cuivre (ce dernier entraîné par les eaux ammoniacales), est comme on sait, utilement combattu par l'addition de rognures de zinc (*Annales des mines*, 10e livraison de 1899, note de M. Léon, Ingénieur des mines).

16. — **Explosion d'un récipient de vapeur.** — Ce récipient, formé d'un cylindre horizontal de 1,38 *m* de diamètre et 2,60 *m* de longueur, était fermé, à la partie antérieure, par un couvercle amovible à charnière portant sur une collerette en fonte. Le joint était fait par un anneau en caoutchouc logé dans une rainure. Le serrage était obtenu par vingt boulons amovibles serrés par des écrous, portant sur des contre-écrous appuyant sur le plateau. La pression intérieure devait être réglée à 3 *kg* au maximum par une soupape de réduction.

Le jour de l'accident, le couvercle fut violemment projeté en avant et tua un ouvrier qu'il rencontra dans sa trajectoire. On constata, par l'examen du plateau, que le bord avait, depuis longtemps sans doute, cessé d'être plan pour s'infléchir sous l'action de la pression à laquelle

l'appareil était soumis. Cette déformation, due au porte-à-faux des boulons de serrage par rapport à l'anneau du joint, avait facilité le renversement des boulons et le dégagement des bords du plateau des contre-écrous.

Ce mode d'attache était très défectueux et doit être évité par l'emploi des mesures déjà signalées dans les *Annales des Mines* de 1891. (*Annales des Mines*, 10e livraison de 1899, note de M. Herscher, Ingénieur des Mines.)

IVe SECTION

Physique, chimie industrielle, divers, etc.

17. — **Nouvel alliage d'aluminium.** — Le Docteur L. Mach a réussi à allier l'aluminium avec le magnésium et a obtenu un composé qui peut être travaillé comme le bronze et dont la densité est encore inférieure à celle de l'aluminium; en effet, le magnésium pèse 1,75, l'aluminium 2,75; ces deux métaux fondent à une température de 800° C. et leurs dilatations sont respectivement 0,025 et 0,027 *mm* par mètre et par degré centigrade. Les propriétés de cet alliage dépendent de la composition.

A 10 0/0 de magnésium, il ressemble au zinc; à 15 0/0, au laiton; à 25 0/0 au bronze.

L'alliage peut se souder, dit-on, mais ce point aurait besoin d'être bien établi, car c'est très important; il se conserve sans altération à l'air sec et à l'air humide et se coule bien. Il est presque aussi blanc que l'argent et a assez de dureté pour pouvoir entamer l'aluminium. On peut le tourner, le forer, etc., aussi bien que le laiton, et il se laisse fileter assez bien pour qu'on puisse y pratiquer des vis de 6 *mm* de pas.

Il n'est pas aussi facile à limer que le laiton, mais il l'est plus que le cuivre, le zinc et l'aluminium. Le magnalium, comme on l'appelle, est excellent pour faire des montures d'instruments d'optique, des cercles divisés et en général des objets où on recherche la légèreté. Acheté au volume, il est moins cher que le laiton (*Iron Age*).

18. — **Une cause peu connue d'oxydation.** — Un correspondant du *Scientific American* lui signale un exemple curieux d'oxydation par une cause non soupçonnée. Un tour à fileter placé dans un atelier s'est trouvé entièrement couvert de rouille sans qu'on pût suspecter la présence d'humidité. Les recherches faites firent reconnaître que, quelques jours avant la constatation de l'état du tour, des ouvriers s'étaient servis d'un fourneau à pétrole pour faire fondre du plomb destiné à la confection de joints. Ce fourneau était placé sur le sol à 3 à 4 *m* du tour; il n'y avait pas de renouvellement de l'air. La vapeur d'eau produite par la combustion du pétrole s'était condensée sur les parties polies du tour et en avait amené l'oxydation. L'usage du gaz dans une pièce non ventilée peut produire les mêmes effets. (*The Iron Age*, 28 décembre 1899, page 22.)

19. — **Distribution du gaz d'éclairage sous forte pression.** — M. F.-H. Shelton à lu dans une réunion de la Western Gas Association, à Milwaukee, un mémoire relatif à la distribution du gaz d'éclairage sous de fortes pressions. L'auteur signale l'anomalie qu'il y a à faire circuler le gaz dans les canalisations sous des pressions insignifiantes alors que pour les fluides liquides et gazeux on emploie des pressions élevées. On pourrait donner au gaz des pressions de 10 livres ou 20 livres, soit 0,7 à 1,4 *kg* par centimètre carré, au lieu de un demi ou deux tiers de pouce, soit 12 à 20 *mm* d'eau. On peut admettre qu'en quadruplant la pression, on doublera le volume débité. Si actuellement on a une pression de 50 *mm* d'eau, une pression de 0,35 *kg* permettra à la conduite de débiter huit fois autant, une pression de 1,4 *kg* seize fois autant. Les raisons qu'on peut opposer à cette proposition, fuites, abaissement du titre du gaz par la compression, danger, coût de la compression, etc., ne paraissent pas être insurmontables; l'auteur les discute en détail.

L'augmentation de la pression est d'ailleurs déjà réalisée dans divers endroits. On peut citer une canalisation de gaz de plusieurs kilomètres, à Johnstone N.-Y. La ville d'Élisabeth N.-J. alimente de gaz Rahway, situé à 12 *km*.

Il y a à New-York une ligne de 3 *km* fonctionnant sous une pression de 0,61 *m* d'eau.

Toutes ces installations fonctionnent très bien et rien n'empêcherait de porter la pression beaucoup plus haut. L'auteur connaît une application de pressions réellement élevées, c'est à Danbury (Conn.), où le gaz comprimé à 2,8 *kg* par centimètre carré, circule dans une canalisation en fer de 51 *mm* de diamètre de 6,4 *km* de longueur pour alimenter la ville de Bethel, où le gaz est distribué par des régulateurs à raison de plusieurs centaines de mille mètres cubes par an. Cette installation, à laquelle bien des personnes compétentes prédisaient un échec complet, fonctionne depuis plusieurs années de la manière la plus satisfaisante. (*Engineering News*, 5 octobre 1899, page 219.)

20. — **Le mutoscope.** — D'après certaines indications, il semble que le temps n'est pas éloigné ou l'exhibition de modèles de machines en mouvement jouera un rôle important dans le commerce des machines. La Compagnie américaine du Mutoscope et du Biographe a étudié un appareil auquel elle a donné le premier de ces deux noms et dont l'objet est de faire voir des machines et appareils en mouvement. Le principe est celui du cinématographe; il consiste à faire défiler une série continue de photographies représentant le mécanisme mobile dans toutes ses positions successives. L'appareil est portatif et peut se mouvoir à la main. (*Iron Age*, 7 décembre 1899, page 31.)

21. — **Navires envoyés directement d'Angleterre à la mer Caspienne.** — La maison R.-W. Hawthorn, Leslie et C^ie^, de Newcastle, a construit un certain nombre de navires destinés au service sur la Caspienne. Ce sont des navires à deux hélices, de 68,60 *m* de longueur, 9,75 *m* de largeur, 4,30 *m* de creux, pouvant porter 780 *tx* au tirant d'eau de 2,75 *m*. Deux machines à triple expansion reçoivent la

vapeur à 12 *kg* de pression de deux chaudières et donnent au navire une vitesse de 10 nœuds.

Ces navires ont atteint par mer Saint-Pétersbourg, ont gagné le Volga par les canaux et ont descendu le fleuve jusqu'à la mer Caspienne. Seulement, dans la traversée des canaux, il a fallu, pour diminuer le tirant d'eau, faire porter une partie du poids du navire par des pontons en bois placés de chaque côté et rendus solidaires avec lui par des chaines et des pièces de bois. Le passage a pu ainsi s'accomplir, sinon très aisément, du moins en toute sécurité.

Précédemment, les mêmes constructeurs avaient expédié quatre navires un peu plus petits, mais divisés en deux parties dans le sens de la longueur, de sorte qu'une fois arrivés à Saint-Pétersbourg ils étaient coupés en deux pour pouvoir franchir les écluses des canaux. Celles-ci ayant été allongées depuis, cette opération de division de la coque ne s'est plus trouvée nécessaire.

Il est intéressant de savoir que les constructeurs occidentaux peuvent concourir pour fournir à la navigation de la Caspienne des navires d'assez grandes dimensions pouvant atteindre cette mer par leurs propres moyens (*Engineer*, 22 septembre 1899, page 302).

22. — **L'Université de Pennsylvanie.** — L'Université de Pennsylvanie a reçu un don applicable à la construction et à l'installation d'un laboratoire de physique. La somme se monte à 1 300 000 *f*.

Le bâtiment sera édifié dans la 34^{me} rue, en face de la bibliothèque et à 150 *m* de distance du collège et autant du laboratoire de chimie.

Cette adddition facilitera grandement les recherches scientifiques et sera très utile, tant pour les cours de physique pure que pour ceux de mécanique. La même université a actuellement en construction des bâtiments pour plus de 5 millions de francs, parmi lesquels la nouvelle école de droit évaluée à 1 750 000 *f*; un nouveau laboratoire de recherches médicales qui coûtera 1 500 000 *f*, etc. (*Iron Age*, 7 décembre 1899, page 13.)

V^{me} SECTION

Électricité.

23. — **Nouvelle lampe à incandescence d'Edison.** — Edison vient d'obtenir une patente pour « un filament de haute résistance destiné à l'emploi du courant à haute tension ». Ce filament consistant en un mélange d'oxydes de terres rares n'est pas conducteur, mais poreux et excessivement solide. Des particules de charbon font corps avec lui et les étincelles engendrées par le courant à haute tension sautent entre ces molécules. Ces étincelles échauffent le filament et le portent rapidement à l'incandescence. La propagation du courant entre les particules de charbon est favorisée par le vide qui règne dans l'ampoule de la lampe.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, le filament est composé principalement des combinaisons oxygénées de terres rares, par exemple, des oxydes de zircone et de thorium. Afin que la surface extérieure du fila-

ment produise une lumière fixe et vive, on le plonge un instant dans un sel, par exemple, un acétate de l'oxyde employé.

Ce recouvrement assure la production d'une lumière blanche éclatante.

Pour fabriquer le filament, on commence par préparer une solution de sucre, d'asphalte ou d'un tartrate du métal terreux avec l'oxyde de celui-ci; la pâte ainsi obtenue est soumise à une forte pression et forcée à travers une petite ouverture; le filament sort de là à la dimension voulue. Il ne reste plus qu'à le sécher et à l'imprégner de charbon. En raison de la grande résistance que le filament oppose au passage du courant, il faut une tension de plusieurs centaines de volts pour amener la lampe à l'incandescence.

On peut obtenir aussi le filament en imbibant un fil de coton avec un oxyde d'une terre rare et en le calcinant; on le plonge de nouveau dans l'oxyde et on l'échauffe jusqu'au moment où une quantité suffisante d'oxyde s'est déposée. Puis le filament est plongé dans un carbure et, après l'avoir séché, dans un sel destiné à assurer la production de la lumière blanche et fixe *(Électricien*, 6 janvier 1900, chronique).

24. — **Disposition Sprague pour la constitution des trains électriques.** — Un système dû à F. J. Sprague mérite une certaine attention. A la fin d'un trajet dans une ligne quelconque, il est nécessaire de changer la locomotive ou la voiture motrice pour la replacer en tête du train. Sur la ligne du lac de Warm, la première et la dernière voiture sont pourvues de moteurs, ce qui supprime cette manœuvre. Mais Sprague va plus loin et forme chaque train de voitures automobiles indépendantes, qui peuvent se suffire à elles-mêmes, mais qui, une fois réunies, peuvent cependant être dirigées par le conducteur de la voiture de tête. Si la voiture de tête ne suffit pas à elle-même pour entraîner le train, on utilise les deux premières voitures comme motrices, etc.

On comprend ce que ce système a de pratique, de commode et de rapide. Lorsque plusieurs trains effectuent un trajet commun pour se séparer ensuite, le système devient des plus pratiques. On prévoit même qu'en cas d'insuccès du frain à air comprimé, on puisse faire instantanément marcher les moteurs disponibles en marche arrière et arrêter ainsi le train.

Ce système a été adopté en particulier par le South Side Elevated Ry C° de Chicago pour une ligne de 15 *km*.

Sprague eut l'idée d'employer l'électricité pour tous les services: force motrice, freinage, éclairage, chauffage, etc. Les expériences furent faites en 1897-98.

Une station génératrice contient quatre machines de 800 kilowatts et deux batteries de 500 ampères-heure de capacité; 150 voitures motrices et 30 voitures de supplément non motrices. Les deux moteurs de chaque voiture sont de 50 chevaux. L'expérience a fait reconnaître qu'à la marche en pleine activité, on dépensait 45,5 watts-heure par tonne-kilomètre avec une vitesse de 24 *km* à l'heure. *(Le mois scientifique et industriel*, novembre 1899, page 377, d'après l'*Illustrirte Zeitschrift für Klein und Strassenbahnen.)*

25. — **La Troisième ligne électrique souterraine à Londres.** — La première ligne électrique construite à Londres est celle de City and South London, de près de 10 *km* de longueur, ouverte en 1890. Elle va de Moorgate Station, dans la Cité, à Southwell, au sud de la Tamise. La seconde ligne est celle de Waterloo and London, qui passe également sous la Tamise en reliant la station de Waterloo avec le quartier qui s'étend autour de la Banque d'Angleterre, elle a seulement 2 1/2 *km*. Une troisième ligne est en construction et sera bientôt terminée: c'est le Central London, elle a été projetée en 1890 et commencée en 1896; elle va de la station de Liverpool, dans la cité, à Shepherd's Bush, compris dans le grand ovale circonscrit par les lignes souterraines du Métropolitain et du District. Cette nouvelle ligne est établie dans un double tunnel placé à une profondeur variant de 18 à 30 *m* au-dessous du sol des rues. Chaque tunnel à un diamètre de 3, 51 *m* et est construit avec enveloppe métallique. Aux stations, le diamètre s'élargit à 6,40 *m*, les plates-formes ont 98 *m* de longueur.

La station centrale de force motrice est placée à l'extrémité de la ligne, à Shepherd's Bush, la transmission du courant aux trains se fera par le système du troisième rail. Le trajet entre les deux points extrêmes se fera en 25 minutes alors que les omnibus mettent actuellement 1 heure un quart. Une quatrième ligne est également en construction, elle ira de la station de Waterloo à celle de Baker Street, en passant sous la Tamise, elle aura 3 *km* environ de longueur *(Engineering News* 28, décembre 1899, page 409).

26. — **L'Éclairage des salles de dessin.** — On éclaire généralement les salles de dessin en suspendant une lampe à incandescence de 16 bougies au-dessus de chaque table; cette disposition a l'inconvénient de provoquer une réflexion de la lumière de la part du papier et de donner des ombres très fortes. On peut atténuer cet inconvénient enemployant des lampes de 32 bougies avec ampoules dépolies. Une disposition a été récemment employée avec succès dans la grande salle de dessin de l'Institut de Technologie à Chicago, salle qui contient 104 tables. Elle consiste dans l'installation de neuf lampes à arc de 1200 bougies reliées en parallèle, ces lampes ont des globes opalins et des réflecteurs, elles sont suspendues au plafond.

Il y en a une par 11, 2 m^2 de surface de tables. Ces lampes prennent 80 volts et 100 ampères sur un courant direct à 120 volts. On trouve que la hauteur de 2, 10 *m* au-dessus des tables donne le meilleur éclairage.

La seule objection à cette disposition est la puissance extravagante qu'elle consomme en donnant beaucoup plus de lumière qu'il n'en est généralement nécessaire et ne permettent pas de varier la lumière dans une juste proportion avec les besoins réels *(Electrical World and Engineer*, 30 décembre 1899, d'après l'*American Machinist)*.

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :
A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

Ie SECTION

Pratique de l'art de construire, par J. CLAUDEL et L. LAROQUE, 6e édition, complètement refondue et augmentée de chapitres nouveaux, par L.-A. BARRÉ (1).

La nouvelle édition de cet ouvrage bien connu et si justement apprécié, élargit considérablement le cadre dans lequel s'étaient jusque-là tenus les auteurs primitifs J. Claudel et L. Laroque. La dernière édition, datant de 1880, ne traitait, en effet, que la maçonnerie. Après la mort de ces deux Ingénieurs, le soin de rédiger la présente édition fut confiée à L.-A. Barré, qui ne survécut lui-même que peu de temps à la publication de cet ouvrage, et qui, en y adjoignant des chapitres nouveaux relatifs à la charpente en fer et en bois, à la serrurerie, à la couverture, et en général à toutes les branches du bâtiment, en a fait un véritable cours partique de construction.

On se rendra compte de l'importance de cette nouvelle édition de plus de 1 000 pages, quand on saura que l'édition de 1880 ne contenait que le quart des matières de l'ouvrage actuel.

La partie de *Maçonnerie*, *Terrassements* et *Fondations* est la plus importante de toutes, puisqu'elle tient, à elle seule, plus de la moitié du volume.

Elle donne d'une façon très complète et très claire tous les renseignements désirables au point de vue de la nature et de la mise en œuvre des matériaux de toutes sortes, naturels ou artificiels. Cette partie qui existait déjà dans l'ouvrage primitif, a été entièrement refondue et mise au courant des progrès nouveaux par Barré. Un chapitre important est consacré aux calculs de résistance des ouvrages de maçonnerie (murs, voûtes, etc.).

La partie traitée avec le plus de détails après la maçonnerie est la *Charpente en fer et en bois*,.

L'auteur y passe en revue tous les modes de planchers et les systèmes de combles, de pans de bois et de fer actuellement en usage. Elle est précédée d'un chapitre où sont résumés tous les calculs des planchers, poteaux et combles.

La *Serrurerie*, la *Menuiserie*, le *Pavage*, la *Couverture*, le *Chauffage*, la *Ventilation*, la *Peinture*, la *Vitrerie*, l'*Hydraulique*, l'*Assainissement*, sont ensuite passés en revue dans des chapitres spéciaux. Certains de ces chapitres (le plus grand nombre) sont bien traités et donnent des renseignements très intéressants et encore peu répandus sur des procédés originaux de construction (par exemple, sur les différents systèmes de terrasses en ciment ou en papier vulcanisé). D'autres sont un

(1) Un volume in-8e de 1 108 pages avec 1 028 figures. Paris, veuve Ch. Dunod, éditeur.

peu trop écourtés (celui de la plomberie entre autres) et auraient demandé un plus grand développement.

L'ouvrage, qui débute par des renseignements généraux sur l'organisation des travaux publics, départementaux et communaux, se termine par d'autres indications sur les conditions d'établissement de certains types de construction (entre autres, les constructions rurales).

Malgré la réserve faite plus haut, cet ouvrage est appelé à rendre de très grands services à tous ceux, architectes, ingénieurs, etc., qui ont besoin de trouver rapidement les renseignements multiples relatifs aux constructions.

Tous les calculs, sans avoir le développement de ceux d'un cours de résistance des matériaux, sont bien exposés et les exemples qui y sont joints sont judicieusement choisis.

Barré y a annexé un certain nombre de tableaux numériques, qui sont le résultat de sa longue expérience, et qui éviteront, dans bien des cas, de longues et inutiles opérations.

Georges Courtois.

IIIe SECTION

Les Roches, par Ed. Jannettaz, maître de conférences à la Sorbonne et assistant de minéralogie au Muséum (1).

L'étude et la reconnaissance des terrains ont toujours été l'une des grandes difficultés de l'art de l'ingénieur. Les mineurs les plus expérimentés hésitent souvent eux-mêmes, tant est varié l'aspect des roches. Aussi tout travail dont l'objet est de fournir des données pratiques sur leur composition, leurs propriétés et leurs applications, doit-il être favorablement accueilli, surtout lorsqu'il émane d'un savant comme M. Ed. Jannettaz, dont la science française ressent si vivement la perte.

Le livre de M. Jannettaz est une étude à la fois scientifique et industrielle des roches.

La partie scientifique comprend l'examen des caractères géométriques des cristaux et de leurs propriétés physiques ; elle passe également en revue les principaux minerais en relatant leurs caractères.

Un chapitre est particulièrement à signaler, c'est celui qui renferme les études personnelles de l'auteur sur la conductibilité calorifique des cristaux et des roches. Les premières recherches sur la propagation de la chaleur dans les roches sont dues à Sénarmont. Ce savant physicien recouvrait de cire des plaques minérales taillées, que traversait une tige d'argent recourbée horizontalement à son extrémité inférieure. En chauffant le bout recourbé, avec les précautions voulues, la cire fondait sur la plaque et y laissait un bourrelet elliptique de points isothermes. Mais la méthode de Sénarmont est d'une application difficile tant au point de vue du percement de la plaque que pour le chauffage de la tige métallique.

L'appareil imaginé par M. Jannettaz est bien plus simple et donne des

(1) Un volume in-8° carré de III-704 pages avec 2 cartes, 21 planches et 322 figures. J. Rothschild, éditeur.

indications plus précises. La tige d'argent est remplacée par une pointe de platine qui porte sur la plaque et qui est chauffée par le courant électrique. Le dispositif adopté permet d'étudier la propagation de la chaleur par des ellipses isothermes, conformément aux idées de Sénarmont.

Les nombreuses expériences exécutées par M. Jannettaz avec son appareil lui ont permis de formuler une loi très importante qui établit des relations entre la conductibilité calorifique, la cohésion, la densité linéaire et l'élasticité des corps à structure homogène et des cristaux.

La seconde partie de l'ouvrage est une description pratique des roches; celles-ci sont divisées en trois classes, les *pierres*, les *roches métalliques* et les *roches combustibles*.

Les roches dites *combustibles* sont suffisamment connues de tous et faciles à distinguer.

Les roches *métalliques* comprennent les minerais avec leurs principales variétés; l'auteur indique leurs propriétés physiques et cristallographiques ainsi que le gisement des plus communes.

La description des roches proprement dites ou *pierres* comporte un développement considérable. Quelques auteurs, particulièrement en France, les divisent en *roches acides* et *roches basiques*. Cette classification est simple, sans doute, mais elle a un caractère beaucoup trop théorique et d'ailleurs elle ne se prête en aucune façon à la reconnaissance pratique des terrains telle que la conçoivent et la désirent les Ingénieurs et les mineurs, c'est-à-dire la grande majorité de ceux qu'intéresse la question.

M. Jannettaz adopte une division qui paraît plus compliquée au premier abord, mais qui, en réalité, est plus compréhensible et répond mieux au desideratum d'un ouvrage pratique.

Il décrit d'abord les *roches silicatées cristallisées massives*, telles que les roches feldspathiques, granitoïdes, porphyroïdes, etc., ainsi que les brèches et les tufs dont l'aspect indique suffisamment l'origine; puis les *roches silicatées schisteuses :* gneiss, micaschistes, quartzites, talcschistes, etc. Viennent ensuite les *roches conglomérées :* sables, grès, mollasses, arkôses, grauwackes, poudingues, ainsi que les roches d'origine organique, telles que les farines fossiles, le tripoli, etc.

La série des *roches carbonatées*, qui sont si répandues dans la nature, est traitée avec un grand luxe de détails : calcaires cristallins, lamellaires, saccharoïdes, compactes, argileux, siliceux, bitumineux, glauconiens, ferrifères, fibreux, tuberculaires, stalactitiques, lacustres, oolithiques, coquilliers, terreux, avec les tuffaux, les marnes, les dolomies, etc.

On trouve enfin une étude des *roches phosphatées*, *sulfatées*, *chlorurées* et des *argiles*.

En résumé, le livre de M. Ed. Jannettaz est rempli de renseignements utiles aux Ingénieurs. Il est appelé à rendre de grands services à ceux qui, par leur profession, ont besoin de connaître la structure du sol, la qualité des terrains, la composition des roches et la nature des terres, pierres et minerais destinés à recevoir une utilisation industrielle.

P. Chalon.

IVe SECTION

L'Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1900 (1).

Ce petit volume compact contient, comme toujours, une foule de renseignements indispensables à l'ingénieur et à l'homme de Science. Parmi les notices de cette année, signalons tout spécialement celle de M. A. Cornu, sur *Les machines génératrices de courants électriques* et la Notice sur *Les nouveaux gaz de l'amosphère*, par M. G. Lippmann.

Les matières odorantes artificielles par George-F. Jaubert Docteur ès Sciences, ancien préparateur de Chimie à l'Ecole Polytechnique (2).

La fabrication synthétique des parfums s'est développée d'abord lentement, mais ces dernières années ont été fécondes en travaux parfois contradictoires et un peu dispersés.

La tâche de M. Georges-F Jaubert a donc été de dégager de tous ces documents les points les plus intéressants et de faire un choix parmi les nombreuses hypothèses soumises à discussion et qui ont résisté à l'expérience.

Dans cet aide-mémoire M. George-F. Jaubert s'est notamment étendu sur les matières odorantes halogénées ou nitrées, sur les matières odorantes aldéhydiques, oxyaldéhydiques et dialdéhydique (à l'exception de la vanilline traitée dans un autre volume de l'Encyclopédie Léauté); enfin, pour terminer le tout, un chapitre est consacré aux matières odorantes phénoliques.

Ce Livre est appelé à rendre de véritables services tant au savant qu'à l'industriel.

Ve SECTION

Distribution de l'énergie par courants polyphasés, par M. J. Rodet (3).

Les courants polyphasés présentent tous les avantages des courants alternatifs simples; mais alors que pour le démarrage de moteurs à courants alternatifs on est obligé d'avoir recours à des artifices, les courants polyphasés permettent l'usage de moteurs asynchrones au moins aussi bons que ceux à courant continu, démarrant sous forte charge, d'un rendement élevé et d'un maniement facile.

Dans un premier chapitre, l'auteur fait un bref historique de la ques-

(1) Un volume in-18 de 800 pages avec 2 cartes magnétiques. — Gauthier Villars, Editeur.

(2) Un volume petit in-8°. — Gauthier Villars, Editeur.

(3) Un volume in-8° carré de VIII-338 pages avec 142 figures.. Gauthier-Villars, éditeur.

tion et expose sommairement les principes fondamentaux des courants polyphasés.

Les chapitres suivants sont consacrés à la production des courants polyphasés, à leur canalisation et à leur transformation.

Le chapitre V traite des moteurs à courant polyphasé ou à champ tournant; ces moteurs sont synchrones ou asynchrones. Les premiers sont ceux dans lesquels la vitesse de rotation du champ est égale à celle de l'armature; les autres, dénommés également moteurs d'induction, sont formés d'un inducteur et d'une armature mobile portant une série d'enroulements qui forment un ou plusieurs circuits fermés sur eux-mêmes, distincts ou reliés ensemble. Dans ces moteurs, les champs tournants et l'induit ont nécessairement une vitesse relative différente de zéro.

Le chapitre VI concerne les compteurs d'énergie pour courants polyphasés.

Enfin, dans le chapitre VII, M. Rodet donne la description d'installations pour le transport et la distribution d'énergie électrique par courants polyphasés.

Le transport de l'énergie devenant de plus en plus une question à l'ordre du jour et les courants polyphasés donnant une solution très élégante du problème, nous croyons être utile à nos Collègues en leur signalant l'intéressant ouvrage de M. Rodet.

G. Baignères.

Leçons sur l'électricité, par M. Éric Gérard (1).

Ce volume fait suite à celui dont nous avons donné l'analyse dans le bulletin de novembre 1899. Il est relatif aux applications industrielles de l'électricité, et l'auteur débute par une description des canalisations et des distributions. Les chapitres XIII à XXI sont consacrés à la télégraphie et à la téléphonie; les progrès récents sont décrits avec le plus grand soin, notamment le télégraphe Marconi, qui a permis de correspondre sans fils à des distances de 40 à 50 *km*.

Les électromoteurs, dont l'emploi est courant dans l'industrie, sont examinés en détail, et dans un chapitre spécial l'auteur a donné un grand nombre d'applications diverses des électromoteurs.

La traction électrique, qui se développe de jour en jour, tant pour l'exploitation des tramways que pour celle de certaines lignes de chemins de fer, a été tenue au courant des derniers perfectionnements.

L'éclairage électrique, universellement répandu aujourd'hui, est traité avec toute l'ampleur que comporte ce sujet; des prix de revient viennent heureusement compléter les descriptions d'appareils d'utilisation, d'usines centrales, etc.

M. Éric Gérard a terminé son important et remarquable ouvrage par l'examen des différents procédés de l'électro-métallurgie et de l'électrochimie.

G. Baignères.

(1) Un volume in-8° grand raisin de VII-791 pages avec 387 fig. Gauthier-Villars, éditeur.

OUVRAGES REÇUS

Du 1er décembre 1899 au 5 janvier 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Astronomie et Météorologie.

Annuario publicado pelo Observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1899. Decimo quinto anno (in-8° écu de x-318 p.). Rio de Janeiro, L. Malafaia junior, 1899. 39402

Chemins de fer et Tramways.

BLUNDSTONE (S.-R.). — *The Universal Directory of Railways Officials 1899.* Compiled from official Sources by S. Richardson Blundstone (in-8° carré de 581 p.). London, The Directory Publishing Company Limited, 1899. 39392

Compagnie impériale des chemins de fer Éthiopiens. Ligne de Djibouti au Harrar. Reconnaissance et tracé de la ligne. Échelle 0m 005 par mètre (une feuille pliée format 525 × 360). Paris, Autographie L. Courtier (Don de M. T. Seyrig, M. de la S.). 39382

Table des matières contenues dans les sept premiers volumes du Bulletin des transports internationaux par chemins de fer 1893-1899 (in-4° carré de 46 p.). 39399

WENDRICH (Général de). — *Exploitation internationale des chemins de fer (commerciale et stratégique)*, par le Général de Wendrich (une brochure en russe format 165 × 120 de 8 p.). 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39383

Chimie.

JAUBERT (G.-F.). — *Matières odorantes artificielles*, par G.-F. Jaubert (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8° écu de 191 p.). Paris, Gauthier-Villars, G. Masson (Don de l'éditeur). 39403

PACCHIONI (A.). — *L'acido carbonico liquido. Fabbricazione e applicazioni industriali*, per Ingegneri Alberto Pacchioni (Estratto degli Atti del Collegio degli Architetti ed Ingegneri in Firenze. Anno 1895) (grand in-8° de 79 p. avec 2 pl.). Firenze, Stab. G. Carnesecchi e figli, 1895 (Don de l'auteur). 39367

PACCHIONI (A.). — *La « Carbolite ». Nuovo carburo ottenuto dalle loppe d'alto forno*, per Ingegneri A. Pacchioni (Estratto dalla Rassegna Mineraria. Vol. IX, N° 11, 11 ottobre 1898) (in-8° de 8 p.). Roma, Tipografia cooperativa sociale, 1898 (Don de l'auteur). 39368

Construction des Machines.

Annual Report of the Chief of the Bureau of Steam Engineering 1899 (in-8° de 89 p. avec 10 pl.). Washington, Government Printing Office, 1899. 39357

Associazione fra gli Utenti di Caldaie à Vapore avente sede in Milano. Esercizio final al 31 Dicembre 1891. Anno primo (grand in-8° de 143 p. avec 1 pl.). Milano, P.-B. Bellini, 1892. 39376

Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore avente sede in Milano. Esercizio dell' anno 1892. Anno secondo (grand in-8° de 159 p. avec 1 pl.). Milano, P.-B. Bellini, 1893. 39377

Associazione fra gli Utenti di Caldaie à Vapore avente sede in Milano. Esercizio dell' anno 1895. Anno quinto (grand in-8° de 78 p.). Milano, P.-B. Bellini, 1896. 39378

Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore avente sede in Milano. Esercizio dell' anno 1898. Anno ottavo (grand in-8° de 118 p.). Milano, 1899. 39363

COURTOIS (A.-H.). — *Essai sur les pompes centrifuges. Recherches expérimentales*, par A.-H. Courtois (in-8° grand raisin de VIII-135 p. avec 4 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39380

FRÉMINVILLE (A. DE). — *Étude sur les machines compound. Leur rendement économique et les conditions générales de leur fonctionnement*, par A. de Fréminville (in-4° carré de 59 p. avec 20 fig.). Paris, Arthus Bertrand, 1878. 39400

GALASSINI (A.). — *Sulla unificazione delle viti d'unione.* Memoria dell' Ingegnere Alfredo Galassini a nome delle Commissione per l'unificazione letta nell' Adunanza del 2 Giugno 1899 (Premiata al IX Congreso degli Ingegneri ed Architetti Italiani in Bologna, 1899 (in-4° de 40 p. avec 4 pl.). Torino, Camilla e Bertolero di N. Bertolero, 1899 (Don de la Società degli Ingegneri ed Architetti in Torino). 39358

L'Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore avente sede in Milano, all Esposizione generale Italiana di Torino, 1898 (grand in-8° de 88 p. avec 15 pl.) Milano, P.-B. Bellini, 1898. 39379

PACCCHIONI (A.). — *I Vantaggi Caratteristici delle Caldaie à Vapore a tubi d'acqua*, per Ingegneri Alberto Pacchini (Estratto dal Bollettino dell' Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore avente sede in Roma. Anno I, 1899) (in-8° de 57 pr). Roma, Tipografia Fratelli Centenari, 1899 (Don de l'auteur). 39369

SCHMIDT (E.). — *De la production de vapeur dans les différents types de générateurs à des pressions différentes de 2 à 6 atmosphères.* Communication faite au Congrès du Syndicat des Fabricants de sucre de France, le 18 mai 1899, par M. E. Schmidt (Extrait du 30e Bulletin trimestriel du Syndicat des Fabricants de sucre de France. Juillet 1899) (in-8° 270 × 180 de 27 p.). Paris, Imprimerie de la Presse, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39407

Sée (P.). — *Note sur les économiseurs-réchauffeurs d'eau d'alimentation des chaudières à vapeur*, par Paul Sée (Extrait du Bulletin de la Société industrielle du Nord de la France, 1899) (in-8° grand raisin de 31 p.). Lille, L. Danel, 1897 (Don de l'auteur). 39385

Éclairage.

Société technique de l'Industrie du gaz en France. Compte rendu du vingt-sixième Congrès tenu les 20, 21, 22 et 23 juin 1899 à Paris, dans la salle Charras (in-8° grand raisin de 777 p. avec 16 pl.). Paris, Société anonyme de Publications périodiques, 1899. 39401

Économie politique et sociale.

Gély (J.). — *Étude générale sur le risque professionnel dans les accidents du travail*. Thèse pour le Doctorat, par Joseph Gély (Université de Toulouse, Faculté de Droit) (in-8° grand raisin de 134 p.). Toulouse, V. Rivière, 1898 (Don de l'Université de Toulouse). 39393

Rapports sur l'application pendant l'année 1898 des lois réglementant le travail. Rapport présenté à M. le Président de la République, par MM. les Membres de la Commission supérieure du travail. Rapports des Inspecteurs divisionnaires du travail. Rapports des Ingénieurs en chef des Mines (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction de l'Industrie) (in-8° raisin de XCVI-706 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39366

Société de secours des amis des sciences. Compte rendu du trente-neuvième exercice. Séance publique annuelle tenue le 4 mai 1899 (in-8° carré de 277 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1899. 39404

Électricité.

Mitkewith (W.) et Schweder (G.). — *Dictionnaire électrotechnique Russe-Français-Allemand-Anglais*, par W. Mitkewith et G. Schweder (grand in-8° de 95 p.). (Bibliothèque électrotechnique, tome V). Saint-Pétersbourg, Édition du Journal Electritschestwo, 1900 (Don de l'éditeur). 39364

Nederlandsche Vereeniging voor Electrotechniek 1898-1899. VIII. Notulen der Vergadering van 17 December 1898. Namlijst der Leden op 1 Januari 1899 (in-8° de 62 p. avec 5 pl.). *IX. Notulen der Vergadering van 26 April 1899* (in-8° de 47 p.). s' Gravenhage, A.-D. Schinkel, 1899. 39397 et 39398

Enseignement.

École spéciale d'Architecture. Année 1899-1900. Séance d'ouverture du 11 novembre 1899. Présidence de M. Duclaux (in-8° carré de 22 p.). Paris, Imprimerie Delalain frères. 39391

Filature et Tissage.

PERSOZ. — *Essai des matières textiles*, par Persoz (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 186 p. avec 21 fig.). Paris, Gauthier-Villars; Masson et Cie, 1899 (Don de l'éditeur) 39365

Géologie et Sciences naturelles diverses.

JANNETTAZ (Ed.). — *Les roches et leurs éléments minéralogiques. Description. Analyses microscopiques. Structures. Gisements*, par Ed. Jannettaz (in-8° carré de III-704 p., avec 2 cartes, 21 pl. et 322 fig.), 3e édition. Paris, J. Rothschild, 1900 (Don de M. P. Jannettaz, M. de la S.). 39381

LAPPARENT (A. DE). — *Cours de minéralogie*, par A. de Lapparent. Deuxième édition (in-8° grand raisin de XVI-647 p., avec 598 fig. et 1 pl.). Paris, G. Masson; F. Savy, 1890 (Don de M. S. Jordan, M. de la S.). 39409

PUTZEYS (E.). — *Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq. Étude hydrologique*, par E. Putzeys (in-8° 275 × 180 de 42 p.). Bruxelles, Polleunis et Ceuterick (Don de la Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération Bruxelloise). 39410

VAN DEN BROECK (E.). — *Les sources de Modave et le projet du Hoyoux considérés aux points de vue géologique et hydrologique*, par Ernest Van den Broeck (Extrait du Bulletin de la Société Belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. Tome IV. Année 1890. Procès-verbaux. Séance du 15 juillet, pp. 180-189). (Don de la Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération Bruxelloise). 39411

Législation.

Bulletin de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des colonies. 17e année, N° 5 bis, novembre 1899. Liste des Membres de l'Association. Statuts et règlements (in-8° raisin de 66 p.). Paris. Siège social. 39390

PIQUÉ (B.). — *De l'attribution des indemnités d'assurances et de quelques autres indemnités, d'après la loi du 19 février 1889.* Thèse pour le Doctorat, par Bertrand Piqué (Université de Toulouse, Faculté de Droit) (in-8° grand raisin de 167 p.). Toulouse, Imprimerie Saint-Cyprien, 1899 (Don de l'Université de Toulouse). 39394

Médecine, Hygiène, Sauvetage.

REY-PAILHADE (J. DE). — *Projet d'établissement d'un système mètre-gramme-jour pour l'unification des mesures physiologiques*, par J. de Rey-Pailhade (in-8° raisin de 8 p.). Toulouse, Imprimerie Lagarde et Sebille, 1899 (Don de l'Université de Toulouse). 39395

Métallurgie et Mines.

ALBERTINI (L.). — *Étude sur la concession minière de Timbiqui (République de Colombie)*, par L. Albertini. Deuxième édition (in-8° grand raisin de 84 p. avec 2 pl.). Paris, Chaix, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39366

Navigation.

Compagnie nouvelle du canal de Panama. Notes techniques concernant l'exposé des dispositions adoptées pour la solution de divers problèmes particuliers de l'exécution du canal (in-8° colombier de 123 p. avec atlas 500 × 330 de 17 pl.). Paris, Société anonyme de Publications périodiques, 1899 (Don de la Compagnie nouvelle du canal de Panama). 39371 et 39372

Compagnie nouvelle du canal de Panama. Commission instituée en exécution de l'article 75 des statuts. Rapport de la Commission (in-8° colombier de 127 p. avec 5 pl.). Paris, Société anonyme de Publications périodiques, 1899 (Don de la Compagnie nouvelle du canal de Panama). 39373

Compagnie nouvelle du canal de Panama. Rapport présenté au Conseil d'administration par le Comité technique constitué en vertu de l'article 31 des Statuts (in-4° cavalier de 74 p. avec 6 pl.). Paris, Société anonyme de Publications périodiques) (Don de la Compagnie nouvelle du canal de Panama). 39374

Junta de Obras del Puerto de Bilbao. Memoria que manifiesta el estado y progreso de las Obras de Mejora de la Ria de Bilbao, y cuenta de Ingresos y gastos durante el ano economico de 1898 à 1899 (petit in-4° de 75 p. avec 4 pl.). Bilbao, Mendez y Rodriguez, 1899 (Don de M. Evaristo de Churruca). 39359

Périodiques divers.

Annuaire de la Librairie française. 6e année 1899 (in-8° carré de XX-396 p.). Paris, H. Le Soudier, 1899. 39387

Sciences morales. Divers.

DOMENECH Y ESTAPÁ (D. J.). — *Memoria necrologia de D. José O. Mestres Espuglas Arquitecto y Miembra de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, leida por Don José Domenech y Estapá en la sesión pública celebrada el dia 26 de Enero de 1899 (grand in-8° de 23 p.). 39389

REY-PAILHADE (J. DE). — *Décimalisation du jour et du cercle. Table à neuf chiffres pour la transformation des angles et des degrés en fractions décimales du jour et du cercle*, par J. de Rey-Pailhade (in-8° raisin de 28 p.). Toulouse, Imprimerie Lagarde et Sebille, 1899 (Don de l'Université de Toulouse). 39396

Technologie générale.

Almanach Hachette. Petite Encyclopédie populaire de la vie pratique. Édition simple pour 1900 (in-16 jésus de 436-CXXVIII p.). Paris, Hachette et Cie, 1900. 39386

Ecole centrale des Arts et Manufactures. Travail des vacances de constructeurs, 1852 (un album 485 × 330 de 25 pl.). Paris, Lith. Pinard et Cie (Don de M. S. Jordan, M. de la S.). 39408

Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. CXXXVIII, 1898-99. Part IV (in-8° carré de IX-590 p. avec 8 pl.). London, Published by the Institution, 1899. 39361

Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Subject Index Vols. CXIX to CXXXVIII. Sessions 1894-95 to 1898-99 (in-8° carré de 88 p.). London, William Cloves and Sons, 1899. 39362

Société Belge des Ingénieurs et des Architectes. Rapport annuel. Exercice 1898-1899 (in-8° 235 × 155 de 23 p.). Bruxelles, Imprimerie nouvelle. 39406

Travaux publics.

Annales des Ponts et Chaussées. Première partie. Mémoires et documents. 7e série, 9e année, 3e trimestre 1899 (in-8° carré de 384 p. avec pl. 19 à 25). Paris, Ve Ch. Dunod, 1899. 39384

Annuaire d'adresses des fonctionnaires du Ministère des travaux publics, des chemins de fer, de la navigation et des banques, par MM. Lemoine, Peseux et Marande, 1900 (in-16 jésus de 380 p.). Paris, Au Bureau des Huissiers du Cabinet du Ministre. 39388

Annual Report of the Street Department of the City of Boston for the year 1898 (in-8° 235 × 155 de 285 p. avec 33 illustrations). Boston, Municipal Printing Office, 1899. 39405

Pacchioni (A.). — *L'Industria del cemento negli Stati Uniti,* per Ing. A. Pacchioni (Estratto dalla Rassegna Mineraria. Vol. VIII, N° 12, 21 Aprile 1898) (in-8° de 15 p.). Roma, Tipografia cooperativa sociale, 1898 (Don de l'auteur). 39370

Voies et moyens de communication et de transport.

The Ferry, the Charles River Bridge and the Charlestowne Bridge. Historical Statement prepared for the Boston Transit Commission, by its Chairman and submitted at the opening of the new Bridge, November 27, 1899 (in-8° de 12 p.). Boston, Rockwell and Churchill Press, 1899 (Don de The Boston Transit Commission). 39375

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 5 JANVIER 1900

PRÉSIDENCE DE M. G. DUMONT, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

M. G. DUMONT, Président sortant, prononce le discours suivant :

MES CHERS COLLÈGUES,

J'ai le vif regret de vous annoncer que notre Président, M. Canet, est retenu chez lui par une forte grippe et qu'il est contraint de remettre son discours à la prochaine séance.

Je vous demanderai donc la permission de vous donner ce soir le compte rendu de nos travaux annuels et de réserver pour le 19 janvier les félicitations que je comptais adresser ce soir, en notre nom, à M. Canet, à l'occasion de son élection, avant de lui céder le fauteuil présidentiel.

Décès

Mon premier devoir est de rendre un dernier hommage, de dire un suprême adieu, aux 65 Collègues que nous avons eu la douleur de perdre dans le courant de l'année qui vient de se terminer.

Leurs noms vous ont été indiqués en séance à mesure que nous avons reçu la nouvelle de leur décès. Vous vous rappelez que cette triste nomenclature comprend un de nos anciens Présidents, M. Love, deux de nos Membres honoraires, un ancien Membre du Comité, 54 Membres sociétaires et 7 Membres associés.

Voici la liste des Collègues décédés, parmi lesquels nous comptions deux Officiers et quatorze Chevaliers de la Légion d'honneur.

M. P. AUGUSTE-GODCHAUX, Imprimeur-Éditeur à Paris.

M. L. GONIN, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du canton de Vaud, Président d'honneur de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes.

M. D.-A. LINARD, Agriculteur et fabricant de sucre, Sénateur, Vice-Président du Conseil général des Ardennes, Membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, etc.

M. J.-D. Monnier, Professeur à l'Université de Genève.

M. T. Pagniez, Ingénieur conseil de la Société du Comptoir de l'industrie du sel et des produits chimiques de l'Est Marcheville-Daguin et Cie, Ingénieur-chimiste des Établissements J. Mouton.

M. J.-F.-H. Wassner, Ingénieur, Chef de traction au chemin de fer d'Orléans, Chevalier de la Légion d'honneur.

M. A. Masselin, ancien secrétaire du général Morin au Conservatoire des Arts et Métiers; Administrateur et Fondateur de la Société des Verreries algériennes de Marceau.

M. G.-H. Love, ancien Ingénieur des chemins de fer de Paris à Rouen, d'Amiens à Boulogne et du Midi, ancien Directeur et Ingénieur en chef des chemins de fer des Charentes. *Ancien Président de la Société.*

M. A. de Clomesnil, ancien chef des Travaux graphiques de la maison Armengaud ainé; Ingénieur-expért de la Compagnie d'assurances la Foncière.

M. H. Géliot, Industriel (filature et tissage de coton), à Remiremont.

M. A. Landmann, Ingénieur-Directeur de fabrication à la Raffinerie Parisienne.

M. G.-G. Le Corbeiller, Ingénieur honoraire de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest; Chevalier de la Légion d'honneur.

M. A. Maréchal, Ingénieur en chef honoraire du matériel et de la traction à la Compagnie de l'Ouest; Chevalier de la Légion d'honneur.

M. R. Llatas y Riera, *Membre honoraire de la Société*, Ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord de l'Espagne.

M. Ch.-P.-J. Carron, administrateur-directeur de la Société anonyme des papeteries du Pont-de-Claix.

M. G.-B. Lelubez, Ingénieur-Constructeur de ponts et charpentes en fer.

M. F. Brault, Ingénieur spécialiste de moteurs hydrauliques, roues et turbines, et de moulins à blé; Chevalier de la Légion d'honneur; ancien Président de la Chambre de Commerce d'Eure-et-Loir.

M. A. de Chambrun, *Membre honoraire de la Société*, Officier de la Légion d'honneur, ancien Sénateur; Fondateur du Musée social.

M. Th. Bippert, ancien Ingénieur en chef des Chemins de fer Lombards-Vénitiens et des Chemins de fer du Sud de l'Autriche.

M. G. Doppelmair, Fondateur et Administrateur de différentes Sociétés industrielles en Russie, Administrateur de la Société Métallurgique de la Sibérie Orientale.

M. A. Moyse, Constructeur-mécanicien; Chevalier de la Légion d'honneur.

M. Ch.-M. Reverand, Ingénieur, Chef de traction à la Compagnie d'Orléans.

M. Ch.-H. Collet, ancien Ingénieur en chef des Chemins de fer du Nord de l'Espagne et des Asturies, Galice et Léon; Expert près le Tribunal de Commerce de la Seine.

M. L.-H.-V. Luchaire, Constructeur d'appareils d'éclairage ; Chevalier de la Légion d'honneur.

M. P.-L. Niel, Ingénieur-directeur des Ateliers de la Compagnie des moteurs Niel.

M. R.-L. Yvon, Ingénieur, Conseil-Expert.

M. Ch.-E. Guerner, ancien Professeur à l'Ecole supérieure du Commerce et à l'Ecole professionnelle de l'Est.

M. A.-J. Mesnard, Ingénieur en chef des Établissements Cail et Ingénieur de la Compagnie Continentale des locomotives sans foyer. *Ancien Membre du Comité de la Société.*

M. F. Salgues, ancien Ingénieur aux Établissements Cail, Ingénieur représentant de la Compagnie de Fives-Lille.

M. A. Wallaert, Manufacturier, Administrateur de la Banque de France, Président du Tribunal de Commerce de Lille; Chevalier de la Légion d'honneur.

M. H. Desmaisons, Directeur-gérant de la Société anonyme des Verreries et Manufactures de glaces d'Aniche (Nord), Chevalier de la Légion d'honneur;

M. J.-J. Freund, Ingénieur aux Chemins de fer de l'Est, Chevalier de la Légion d'honneur;

M. J.-E. Melon, Administrateur de la Compagnie française des Métaux, de la Compagnie des Compteurs, etc., Directeur des Compagnies de gaz et d'électricité de Lille;

M. A.-H. Gillet, Ingénieur-Constructeur, Associé de la maison Brault, Teisset et Gillet;

M. J. Regnault, Inspecteur général honoraire de l'Exploitation de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, Chevalier de la Légion d'honneur;

M. Ch.-G. Peignot, Président de la Chambre syndicale des maitres fondeurs typographes français ;

M. E. Lustremant, Ingénieur-Constructeur ;

M. C.-J.-P. de Cuadra, Ingénieur et Industriel ;

M. A. Delorme, Directeur de Sucreries en Portugal ;

M. E. Leprêtre, Administrateur délégué de la Société des Lièges de la Petite Kabylie ;

M. A.-V. Maegherman, Directeur général des Chemins de fer Andalous ;

M. Ch. Vincent, Manufacturier à Senones, Président de la Chambre de commerce des Vosges et de la Société industrielle de l'Est, Chevalier de la Légion d'honneur;

M. A. Andry, ancien Directeur des ateliers de construction du Grand Horme et des ateliers de construction de Boussu, près Mons;

M. L.-A. Bezy, ancien Ingénieur des ateliers de la Compagnie générale des Voitures, Ingénieur-Expert;

M. R. Bettie, Gérant de la succursale de la maison John M. Sumner et Cie, Ingénieurs, à Manchester;

M. A.-L. Boileau, Ingénieur et Inventeur;

M. M. Dony, ancien Ingénieur de la Société anonyme de Produits chimiques agricoles, à Bordeaux;

M. G.-J. Duca, Directeur des travaux du port de Contantza, Officier de la Légion d'honneur;

M. E.-J. Laveissière, Métallurgiste, Chevalier de la Légion d'honneur:

M. H.-Ch. Letourneau, ancien Ingénieur de la maison Muller et Roger, Directeur général de la Société des mines d'or de Bong-Miu;

M. A.-E. Levèque, ancien Ingénieur aux travaux du port de Smyrne. Ingénieur Architecte de la ville d'Alger, Ingénieur en chef des travaux maritimes du Gouvernement chilien;

M. L.-V. Lockert, Ingénieur-Conseil et Rédacteur en chef du journal *le Chauffeur*;

M. Ed. Maure, ancien Ingénieur de Chemins de fer, Ingénieur-Expert;

M. Em. Michaud, Ingénieur Métallurgiste, a été Ingénieur principal de la fonderie de Penarroya (Espagne);

M. M.-J.-A. Michaud, attaché à la savonnerie Michaud à Aubervilliers;

M. P.-N. Petre, a été Chef des ateliers au Chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, Ingénieur à la Compagnie des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche;

M. H. Simon, ancien Élève de l'École Polytechnique fédérale suisse:

M. Th.-M.-A. Desbrière, Administrateur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest et de la Compagnie du Canal de Suez, Chevalier de la Légion d'honneur;

M. F. Chabrier, Administrateur d'établissements agricoles à la Réunion et Directeur d'usines pour la fabrication du sucre;

M. P.-E. Chalain, Ingénieur aux Chemins de fer de l'Est;

M. L.-F.-M. Hubert, Inspecteur du service central de la Traction du Chemin de fer du Nord;

M. G. Simon, ancien Ingénieur des hauts fourneaux et fonderies de Givors, Ingénieur à la direction des usines du Creusot;

M. A. Delort de Gléon, Ingénieur civil de mines, Chevalier de la Légion d'honneur;

M. R.-L. Denis, a été Ingénieur adjoint à la Direction de l'Entreprise générale des écluses du Canal de Panama, Ingénieur représentant à Saïgon de la Société de construction de Levallois-Perret;

M. F. Jasinski, Professeur aux Instituts des Ingénieurs des voies de communication, des mines, des Ingénieurs civils, Electrotechnique à Saint-Pétersbourg.

Nous conserverons pieusement la mémoire de ces Collègues dont quelques-uns avaient occupé dans l'industrie ou parmi nous des fonctions particulièrement en vue. Tous étaient des Ingénieurs de valeur. des hommes sympathiques et distingués dont les travaux ont largement contribué à accroître la renommée de notre Société et de la profession d'Ingénieur Civil.

Nous exprimons une fois de plus à leurs familles et à leurs amis nos sentiments de respectueuses et douloureuses condoléances.

Décorations.

Mais après ces souvenirs de deuil, rappelons les récompenses, les distinctions, les décorations reçues par nos Collègues.

Ce livre d'or de notre Société devient chaque année plus volumineux. pas assez cependant pour récompenser les nombreux mérites que nous révèlent les travaux des Ingénieurs civils dans les diverses branches de notre industrie.

Nous adressons de nouveau nos plus sincères et cordiales félicitations à nos Collègues :

MM. H. Couriot, M. Geny, A. Borja de Mozota, L.-E. Wiriot, E. Blaise, J.-B. Chaussegros, O.-A. Darracq, E.-J. Niclausse et P. Wallerstein,

qui ont reçu la *croix de Chevalier de la Légion d'honneur.*

MM. J. Bergeron, L.-A.-C. Bidou, P. Mercier, Ch. Nizet,

qui ont été nommés *Officiers de l'Instruction publique.*

MM. E. Borderel, F.-H. Auderut, E.-J. Barbier, M.-J.-E. Baudon, J.-E. Bocquin, F.-F. Bourdil, E. Boyer, E.-J.-L. Brunswick, A.-J. Dague, J.-L.-A. Desmarest, E. Favier, H.-M.-J. Feolde, Ch. Gallaud, L.-E. Gaveau, H. Laval, Ch.-A. Lefévre, L.-P. Leuvrais, E. Lizeray, J. Perard, J.-E. Chabrand, P. Juppont, L. Aurientis, G. Olmer, A.-A. Bécard, G. Leroux, H. Riché, J. Ferrière, L.-G. Worms, P. Bursaux et G. Griffisch.

qui ont reçu les palmes d'*Officier d'académie.*

MM. M. Bixio, A. Egrot, G. Lefebvre-Albaret,

promus *Officiers du Mérite agricole.*

MM. J.-B. Berlier, H. Bunel, F.-M. Balme, Max de Nansouty, A.-L.-F. Lotz et H. J.-J. Murat,

nommés *Chevaliers du Mérite agricole.*

En dehors des 53 Collègues qui ont reçu des décorations françaises nous devons mentionner les noms des 27 autres Collègues suivants qui ont été l'objet de distinctions de la part de gouvernements étrangers :

Grand-Officier d'Isabelle la Catholique : M. A. Barle ;
Commandeur de St-Stanislas de Russie : M. A. Loreau ;
Chevalier de St-Stanislas de Russie : M. A. de Dax ;
Commandeur de Charles III d'Espagne : M. U. Fuentes-Birlayn ;
Commandeur de Saint-Grégoire-le-Grand : M. H. Doat.

Chevalier de St-Grégoire-le-Grand : M. L. de la Vallée-Poussin ;
Grand-croix du Nicham-Iftikar : M. J. Dybowski ;
Grands-Officiers du Nicham-Iftikar : M. Ch. Dollfus-Galline, M. L. Molinos.
Commandeurs du Nicham-Iftikar : M. J.-P. Ferrière, M. Louis Rey ;
Officier du Nicham-Iftikar : M. H. Boileau ;
Chevalier du Nicham-Iftikar M. Lucien Rey ;
Officiers de St-Olaf de Norvège : M. E. Cacheux, M. J. Pérard ;
Officier du Dragon d'Annam : M. H. Chevalier ;
Officier du Dragon vert : M. H. Haguet ;
Officier du Cambodge : M. A. de Gennes ;
Officier de Léopold de Belgique : M. F. Honoré ;
Chevaliers de Léopold de Belgique : M. L Gérard et M. G. Hanarte ;
Chevalier de la Conception de Portugal : M. L. de la Vallée-Poussin ;
Chevalier de la Couronne de fer d'Autriche : M. E.-A. Ziffer ;
Chevalier de l'Osmanieh : M. D. Favette ;
Double dragon chinois et Récompense du Maroc : M. H. Doat ;
Décoration spéciale de Mutualité (Belgique) : M. H. Doat.

Dons et Legs.

Six de nos Collègues nous ont fait abandon des coupons échus des obligations de l'emprunt de la Société ou des dons en espèces qui représentent ensemble une somme de 551 *f.*

Ce sont : MM. Canet, Loreau, Carcuac, Grosdidier, Lecerf, Laval et Meyrueis.

Madame Léonce Vée, MM. P.-E Gigot, J. Carimantrand, Ch. Fremont, F. Hérard, nous ont envoyé une série de volumes intéressants qui viendront enrichir notre bibliothèque.

M. Ed. Riffard nous a adressé une collection d'échantillons de bois de la République Argentine.

Notre ancien Président M. Loreau a fait placer dans le vestibule de notre hôtel les magnifiques mosaïques du plafond que vous avez admirées et qui rehaussent singulièrement la richesse de cette pièce.

M. Henry Lepaute et M. Ed. Bourdon nous ont fait don : le premier d'un régulateur et d'une horloge électrique ; le deuxième d'un baromètre qui fait pendant à l'horloge dans notre salle des séances.

Nous remercions vivement ces généreux donateurs.

Enfin nous exprimons notre vive reconnaissance aux regrettés Collègues et à leurs familles qui ont voulu témoigner par des legs importants l'attachement qu'ils n'avaient cessé de porter pendant leur vie à l'œuvre que nous poursuivons depuis un demi-siècle.

Notre ancien Président M. Gottschalk nous a légué une somme de 10 000 *f* ;

Madame de Hennaü nous a fait un legs qui se monte à une somme nette de 97 134,40 *f*, qui a été encaissée tout récemment ;

Enfin le legs de Mademoiselle Huet s'élève à 231 811,80 *f* dont 107 274,45 *f* en toute propriété et 124 537,35 *f* en nue propriété.

Toutes les formalités sont accomplies pour les legs Gottschalk et Huet. Votre trésorier en encaissera très prochainement le montant.

Commissions officielles.

Nous avons eu le plaisir de vous signaler, au fur et à mesure que nous en avons eu connaissance, la nomination d'un grand nombre de nos Collègues comme Membres des Comités d'installation de l'Exposition universelle de 1900 (Exposition contemporaine et Exposition centennale), et comme Président, Vice-Président, Secrétaires ou Membres de divers Congrès.

Comme le relevé de ces nominations parues dans nos procès-verbaux nous révèle de nombreuses omissions involontaires, je vous demande la permission de ne pas les reproduire ici ; notre annuaire de 1900, qui va paraître très prochainement, contiendra en effet la liste complète de ces diverses nominations, d'après les renseignements officiels.

Nominations.

Nous sommes heureux de vous rappeler les diverses nominations suivantes :

M. Léon Appert, Membre du Conseil d'administration et du Comité de direction de l'Office national du Commerce extérieur ;

MM. P. Jacquemart, L. Bidou, A. André et L. Weiller, Conseillers du Commerce extérieur ;

M. E. Cacheux, Membre du jury de l'Exposition de Bergen ;

M. G. Darrieus, Membre de la Commission centrale des travaux géographiques ;

M. S. Jordan, Vice-Président du Comité des Forges de France ;

M. J. Dybowski, Directeur du Jardin colonial d'essai de Vincennes ;

MM. G. Fouret, E. Gruner, A. Poirrier, Membres du Comité consultatif des assurances contre les accidents du travail ;

MM. L. de Chasseloup-Laubat et A. de Dion, Membres de la Commission centrale des appareils à vapeur ;

M. H. Couriot, Membre du Conseil de perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers ;

MM. L. Delaunay-Belleville, A. Borja de Mozota, E. Duchesne, H. Menier, E. Pereire, J. Rueff, Membres du Conseil de la Marine marchande.

M. H. Bunel, Membre de la Commission chargée de vérifier les constructions à l'Exposition universelle de 1900 et de la Commission d'orga-

nisation du Congrès des officiers et sous-officiers des sapeurs-pompiers.

M. Ch. Bertaux, Consul de Belgique pour les départements de l'Aisne et de l'Oise.

Récompenses et prix divers.

Nous avons le grand plaisir de vous rappeler que la Société a décerné :

1° Le *Prix annuel* à M. Louis Rey pour son mémoire sur la *construction du chemin de fer de Sfax à Gafsa (Tunisie);*

2° Le *Prix triennal Alphonse Couvreux* à M. Jean Amiot pour son mémoire sur la *construction des souterrains par la méthode du bouclier.*

En outre, les Collègues dont les noms suivent ont obtenu des prix divers savoir :

L' *Académie des Sciences* a décerné :

1° Pour la troisième fois à M. Ch. Fremont le *Prix Tremont;*

2° Une mention honorable *(Prix Montyon, Statistique)* à M. P. Vincey.

La *Société d'encouragement pour l'industrie nationale* a décerné :

1° A M. Ch. Fremont un prix de 2 000 *f;*

2° A M. C. Canovetti une médaille de vermeil.

La *Société de Géographie* a décerné :

A M. J.-M. Bel la grande médaille d'argent *(Prix Janssen);*

L'*Académie de Lincei*, de Rome, a décerné :

A M. C. Canovetti un prix d'encouragement de 500 *f.*

Le *Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz* a décerné :

A M. A. Lecomte un prix de 500 *f* avec médaille de bronze et diplôme;

A l'*Exposition des pêches de Bergen :*

MM. N. Barbier, M. Douane et H.-L. Bénard ont obtenu des diplômes d'honneur.

M. J. Bonnet a obtenu une médaille d'or.

M. J. Dubar a obtenu une médaille d'argent.

A l'Exposition de Bruxelles :

M. G. Hanarte a obtenu un prix et diplôme spécial, pour solution donnée à la question relative à la sécurité et à l'hygiène des travailleurs par la ventilation ordinaire et intensive (Concours du Génie Civil, organisé à l'Exposition de Bruxelles).

Ces succès, Messieurs, honorent grandement notre Société; nous félicitons donc et nous remercions nos savants Collègues dont les travaux ont été si justement appréciés.

Le *Prix Giffard 1899* n'ayant pas été décerné, votre Comité en a décidé la prorogation jusqu'en 1902 avec affectation d'une somme de 5 000 *f.*

Dans cette même année sera décerné le *Prix Giffard 1902* s'élevant à 3 000 *f.*

Les sujets de concours de ces deux prix ont été portés à votre connaissance dans la séance du 1er décembre dernier.

Congrès.

La Société a été invitée pendant l'année 1899 à 13 congrès auxquels elle a délégué 17 de ses Membres.

Voici la liste de ces Congrès dans leur ordre de date avec l'indication des noms des Collègues qui ont bien voulu y représenter la Société :

1° Congrès national des Sociétés françaises de géographie, à Alger, du 26 mars au 2 avril 1899;

2° Congrès des Sociétés savantes à Toulouse, du 4 au 8 avril 1899. Délégués : MM. H. Chevalier, A. Girard, P. Gassaud, M. Pelegry, A. Roques;

3° Meeting annuel de l'Iron and Steel Institute, à Londres, les 4 et 5 mai 1899;

4° Congrès annuel de la Propriété bâtie de France, à Nantes, du 14 au 17 mai 1899;

5° Congrès international de l'Enseignement commercial, à Venise, mai 1899;

6° Congrès annuel de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie, à Rouen et au Havre, du 6 au 20 juillet 1899;

7° Congrès sur le Droit d'association, à Paris, du 23 au 31 juillet 1899;

8° Congrès international des Pêches maritimes et fluviales, à Bayonne-Biarritz, du 25 au 31 juillet 1899. Délégués : MM. M.-E. Ardoin, P. Forsans, P. Jannettaz, J. Pérard, A. de Serres;

9° Congrès international de sauvetage, à La Rochelle, du 25 juillet au 1er août 1899;

10° Meeting de l'Iron and Steel Institute, à Manchester, du 15 au 18 août 1899;

11° 28e Congrès de l'Association pour l'avancement des sciences, à Boulogne-sur-Mer, le 21 septembre 1899. Délégués : MM. P. Jannettaz, R. Soreau, P. Arbel, A. Goblet;

12° Assemblée générale de la Société des Ingénieurs et Architectes Suisses, à Winterthur, les 24 et 25 septembre 1899. Délégués : MM. A. Mallet et H. Paur;

13° Congrès des Ingénieurs Italiens, à Bologne, octobre 1899. Délégué : M. C. Canovetti.

La Société a reçu des invitations pour les Congrès suivants qui se tiendront dans le courant de l'année 1900, à Paris :

38e Congrès des Sociétés savantes, à la Sorbonne, le 5 juin 1900;

Congrès international de Surveillance et de Sécurité en matière d'Appareils à vapeur, le 16 juillet 1900;

Congrès international de Mécanique appliquée, le 19 juillet 1900.

6e Congrès international de Chimie appliquée, du 23 au 31 juillet 1900.

La Société des Ingénieurs et Architectes Autrichiens, a célébré le cinquantième anniversaire de sa fondation les 17, 18 et 19 mars derniers et a invité la Société à se faire représenter à cette solennité. Vous avez délégué MM. Th. de Goldschmidt, F. Gerstner, E.-A. Ziffer et A. Jacqmin, qui s'est rendu spécialement à Vienne pour porter à nos Collègues autrichiens nos vœux de prospérité pour leur Association, et remettre une adresse en votre nom.

La Société des Ingénieurs et Architectes Autrichiens nous a annoncé l'envoi d'une médaille commémorative qui sera pour nous un précieux souvenir de notre participation à ces fêtes dont le compte rendu a été fait dans le *Bulletin* par M. A. Jacqmin.

Travaux de la Société.

Je vous disais, en prenant possession de ce fauteuil, que tous mes efforts tendraient à préparer notre Société à prendre une part fructueuse à la grande manifestation industrielle qui caractérisera l'année 1900, et je vous soumettais un programme qui a pu, je crois, être à peu près rempli grâce au bienveillant et précieux appui que j'ai trouvé parmi les Membres du Bureau, du Comité et des distingués Collègues qui nous ont communiqué les résultats de leurs études. Vous allez d'ailleurs en juger par le rappel de ces travaux :

Travaux du Bureau du Comité et des Commissions. — Votre Bureau a tenu 14 séances et votre Comité 23 séances. En outre 15 Commissions chargées d'étudier des questions spéciales ont tenu ensemble 46 séances.

Je vous demande la permission de vous parler plus particulièrement des travaux de deux de ces Commissions.

Commission de l'Exposition de la Société en 1900. — La première avait pour but de déterminer les conditions dans lesquelles la Société exposerait en 1900 et pourrait recevoir les Ingénieurs français et étrangers qui se rendront à Paris à cette époque.

Sur la proposition de cette Commission, qui était présidée par M. Canet, le Comité a décidé que nous exposerions nos travaux et les documents statistiques de nature à montrer notre importance, dans un emplacement qui nous a été attribué mi-partie dans la classe 28 (matériaux, matériel et procédés du génie civil), mi-partie dans la classe 29 (modèles, plans et dessins de travaux publics).

En outre de cette exposition principale, qui occupera un espace d'environ 20 m^2, nous placerons un tableau rappelant nos travaux principaux dans chacune des cinq classes suivantes qui se rapportent à nos cinq sections :

Classe 32, *Matériel des chemins de fer et des tramways;*
Classe 21, *Appareils divers de la mécanique générale;*
Classe 84, *Grosse métallurgie;*
Classe 87, *Arts chimiques;*
Classe 27, *Applications diverses de l'électricité.*

En ce qui concerne maintenant la réception des Ingénieurs français et étrangers, votre Commission a pensé que notre hôtel devait naturellement servir de centre de ralliement à nos Invités. Il sera possible d'y organiser un service de renseignements qui leur sera de la plus grande utilité et de donner, chez nous, des fêtes dont votre Comité aura à régler le détail.

Mais il résulte de l'étude générale à laquelle nous nous sommes livrés que nos disponibilités budgétaires nous permettront de recevoir dignement nos invités sans recourir, comme cela a eu lieu en 1889, à un emprunt spécial.

Commission des études coloniales. — La deuxième Commission spéciale, dite coloniale, n'a pas tenu moins de vingt séances sous la présidence de notre dévoué Vice-Président M. Badois. Nous avons pensé que notre Société, qui compte tant de personnalités compétentes dans toutes les branches du Génie Civil, ne pouvait se désintéresser d'une question vitale pour notre pays : la mise en valeur de notre domaine colonial ; et c'est justement pour dresser le programme des voies et moyens que notre Société pourrait employer pour concourir, elle aussi, au but que nous venons d'indiquer, qu'il a été institué une commission spéciale.

Les dévoués Collègues qui ont examiné la question sont dès maintenant persuadés que nous pouvons réunir et classer dans notre bibliothèque tous les documents officiels et autres, propres à servir de base à des études sur l'établissement de voies de transport, d'exploitations industrielles, agricoles, etc. ; et provoquer des communications de la part des explorateurs, de tous ceux qui désirent coloniser ou aider à la colonisation.

Nous espérons que cette Commission poursuivra les études si intéressantes provoquées par certains de nos Collègues.

Communications.

Il nous a été présenté en séance, ou sous forme de notes simplement insérées au Bulletin, 55 communications sur des sujets divers se rapportant savoir :

28 à la *première section* (travaux publics, chemins de fer, navigation) ;
8 à la *deuxième section* (mécanique et à ses applications, locomotives, chaudières, machines à vapeur, etc.) ;
3 à la *troisième section* (mines et métallurgie) ;
10 à la *quatrième section* (physique, chimie industrielle et divers) ;
6 à la *cinquième section* (électricité).

Nous avons entendu 39 communications en séance dont plusieurs ont été accompagnées d'expériences et presque toutes de projections; cinq d'entre elles ont donné lieu à de véritables discussions, dix autres ont appelé des observations orales ou par lettres.

Nous remercions vivement les distingués Collègues qui nous ont présenté leurs travaux. En voici le classement suivant notre division en cinq sections :

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation.

1° Mémoires insérés au Bulletin.

M. Armengaud jeune, *Historique des tentatives et des applications de la locomotion par entraînement continu jusqu'à la plate-forme électrique à deux vitesses de l'Exposition de 1900.*

M. R. de Batz, *De l'emploi des dragues et excavateurs dans l'exploitation des alluvions aurifères.*

M. L. Benouville, *Du rôle de l'ingénieur dans les œuvres d'architecture.*

M. A. de Bovet, *Note à propos des transports entre le Nord et Paris.*

M. F. Brard, *Les pertes de l'Avre et de ses affluents et des sources en aval des pertes.* — Suivi d'observations présentées par MM. Ferray, E. Badois, A. Doniol, E. Hubou, G. Dumont, H. Boursault ; et de communications écrites de MM. F. Brard, H. Portevin, G. Bechmann.

M. A. Moreau, *Les traverses métalliques de chemins de fer.* — Observations de MM. A. Ferré et F. Brard.

M. J. Perard, *L'industrie des pêches maritimes et l'Exposition de Bergen.*

MM. L. Périssé et R. Godfernaux. — *Traction mécanique sur rails et sur routes pour les transports en commun.*

M. L. Périssé, *Compte rendu de la visite faite par la Société aux chantiers du pont Alexandre III.*

M. Ch. de Perrodil, *Nouveau signal acoustique pour voies ferrées (système Cousin-Soubrier).* — Lettres de MM. H. Cousin et Soubrier. — Observations de MM. Ch. Baudry, L. Salomon, A. Cossmann, P.-M. Chevrier, G. Dumont, H. Forest, E. Derennes. — Réponses de MM. Ch. de Perrodil et H. Cousin.

M. S. Pichault, *Calcul des murs de soutènement des terres en cas de surcharges quelconques.*

M. N. de Tedesco, *Progrès accomplis dans l'art des constructions en ciment armé.* — Observations de MM. F. Hennebique, Ed. Coignet, P. Regnard, P. Cottancin.

M. P. Chalon, *Le métal déployé.*

M. F. Chaudy, *Le calcul des poutres en fer et ciment.*

M. F. Chaudy, *Résistance à l'avancement des bateaux et ondes transversales.* — Lettre de M. Marchand-Bey.

M. J. Courau, *Traverses de chemins de fer en Quebracho Colorado.*

M. J. Fleury, *La marine marchande.*

M. E. Hubou, *Description de l'état actuel d'avancement des grands travaux de chemins de fer entrepris à Paris en vue de l'Exposition universelle de 1900.*

M. J. Massalski, *Dispositifs récents de dragues à grande puissance.* — Observations de M. H. Hersent.

M. M. de Nansouty, *Compte rendu sur l'ensemble des travaux de l'Exposition.*

M. L. Ribourt, *Les ascenseurs de la Tour Eiffel.*

M. L. Périssé, *Note sur les procédés de construction du Pont Alexandre III.*

M. L. Benouville, *Note sur la reproduction du vieux Paris.*

M. P. Vincey, *Compte rendu de la visite au parc agricole d'Achères.*

2° Communications faites en séance et non insérées au bulletin :

M C. Barbey, *Les chemins de fer du Jura et des Alpes italiennes.* — Observations de MM. Ed. Badois et L. Potterat.

M. Ch. Brière, Communication préparatoire à la *visite des travaux du prolongement de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, de la place Walhubert au quai d'Orsay.*

M. L. Delphieu, *Présentation d'appareils électriques d'annonces pour l'exploitation des chemins de fer.*

M. P. Vincey, *Epuration terrienne des eaux d'égout.* — Observations de MM. Ed. Badois et Ch. Marboutin.

IIe SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, chaudières, machines à vapeur, etc.

1° Mémoires insérés au bulletin :

M. H. Chevalier, *Appareil dynamométrique de M. Téodorowitch.*

M. G. Courtois, *Nouveau mode de déchargement rapide des chalands transportant du charbon et autres matériaux (système J. Paul).*

M. G. Forestier, *Concours des poids lourds en 1898 et 2e concours des fiacres automobiles en 1899.*

M. P. Gautier, *Le grand sidérostat de 1900 et les procédés mécaniques de construction des miroirs plans et des objectifs de grande dimension.*

M. P. L. Guedon, *Les locomotives à tiroir cylindrique (système Ricour) et la distribution système P. Guedon.*

M. A. Janet, *Tampons pour l'obturation de tubes de chaudières aquatubulaires en cas de rupture.* — Observations de MM. E.-A. Barbet, G. Canet, R. Soreau et A. Mallet.

M. G. Baignères, *Comptes rendus des conférences-visites faites à l'exposition des automobiles par MM. Hospitalier et de La Valette.*

M. G. Baignères. *Les automobiles électriques et à pétrole.*

IIIe SECTION

Mines, Métallurgie, Travaux géologiques, Sondages.

1° Mémoire inséré au bulletin :

M. E. Hubou, *Analyse du nouveau procédé électro-métallurgique de fabrication du fer, des aciers et de leurs alliages de M. le capitaine Stassano.*

2° Communications faites en séance et non insérées au bulletin.

M. P. François, *Perfectionnement dans le montage des hauts fourneaux.*

M. J. Garnier, *L'Australie Occidentale.* Géologie, formations aurifères; derniers perfectionnements pour l'extraction de l'or.

IVe SECTION

Physique et Chimie industrielle. — Chauffage et ventilation. — Divers.

1° Mémoires insérés au bulletin :

MM. R. Soreau et P. Arbel, *Compte rendu du 28e Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Boulogne-sur-Mer.* — Observations de MM. D.-A. Casalonga, note de M. E. Cacheux.

MM. Ch. Assi et L. Genès, *L'absence de protection légale pour les dessins et modèles industriels fabriqués à l'étranger, notamment pour les Français qui y sont établis et les dangers de cette situation au point de vue de l'Exposition de 1900.* Observations de MM. D.-A. Casalonga, G. Dumont, J. Mesureur, Ch. Baudry, Ed. Badois.

M. E. A. Barbet, *Progrès récents apportés dans la fabrication de l'alcool et des eaux-de-vie.*

M. M. L. Denayrouze, *Eclairage par l'alcool.* — Observations de MM. L. Perissé et A. Lecomte.

M. E. Hubou, *L'acétylène et ses applications.*

M. A. Jacqmin, *Compte rendu des fêtes du Cinquantenaire de la Société des Ingénieurs et Architectes autrichiens.*

M. A. Lencauchez, *Etude sur les divers gaz combustibles pour divers usages industriels et principalement pour la production de la force motrice.* — Discussion et réponses de MM. F. Manaut, H. Riché, L. Roman, Ed. Badois, A. Lencauchez.

M. L. March, *Procédés du recencement français des industries et professions en 1896.*

Me Pouillet, *Modifications à apporter à la législation française en ce qui touche la propriété industrielle et le rôle de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle.*

2° Communication faite en séance et non insérée au bulletin :

M. M. Otto, *Progrès récents de l'industrie de l'ozone.* — Observations de MM. G. Richou, X. Gosselin, Ed. Badois, E. Hubou, D.-A. Casalonga.

Ve SECTION

Électricité.

1° Mémoires insérés au bulletin :

M. M. Delmas, *Les développements de l'électricité aux États-Unis en 1899. Récentes installations électriques.*

M. E. Ducretet, *Compteur électrique de M. Blondlot.*

M. P. Janet, *Courants à haute fréquence et oscillations électriques. Télégraphie sans fils* (Expériences de M. Ducretet).

M. A. Lalance, *Le chauffage électrique* avec expériences.

2° Communications faites en séance et non insérées au bulletin :

M. L. Gérard, *L'Electroscripteur de Kamm.* (Séance suivie d'expériences). Lettre de M. E. Simon.

M. E. Vedovelli, *L'appareillage électrique.*

Nous sommes tous persuadés qu'il appartient à la Société des Ingénieurs Civils de France de traiter les grandes questions de technique industrielle et de les discuter le plus largement et le plus complètement possible. de manière à permettre aux personnalités compétentes d'émettre des avis utiles.

C'est par des discussions de ce genre que nos illustres devanciers, qui comptent parmi les fondateurs de la grande industrie des chemins de fer, ont élucidé les problèmes si complexes que soulevait cette industrie à son début; c'est en continuant dans cette voie tracée par Flachat et ses dignes Élèves que notre grande Société accroîtra son influence sans engager la responsabilité de la collectivité de ses Membres.

Dans le but de maintenir parmi nous ces fortes traditions votre Comité, à la suite d'une étude consciencieuse, a décidé :

1° De faire dresser au début de chaque exercice, par chacune de vos cinq sections, la liste des sujets qu'elle désirerait voir traiter par les Membres de notre Société dans le courant de l'année, et de publier cette liste dans nos bulletins en faisant appel à nos Collègues;

2° De faire tirer en épreuves les mémoires qui, après examen par la section compétente, seraient jugés par elle devoir appeler une discussion, et d'envoyer ces épreuves en temps utile à quelques spécialistes et à ceux de nos Collègues qui manifesteraient le désir d'intervenir dans le débat.

Les discussions ainsi préparées auront une portée et une valeur incontestables, nous ne courrons pas le risque de diminuer l'intérêt qui

s'attache à une communication inédite, et nous permettrons à l'auteur de la communication de rectifier, dans le texte définitivement publié, les assertions que la discussion lui aurait révélées perfectibles.

Comme conséquence logique de ces deux résolutions, la publication du texte de la communication sera suivie des discussions auxquelles elle aura donné lieu; discussions forcément écourtées quand elles ont été hâtivement reproduites dans les procès-verbaux, comme nous sommes obligés de le faire actuellement.

L'adoption de ces mesures, que nous considérons comme d'une importance capitale pour l'accroissement de notre chère Société, en influence et en autorité, nous entraîne forcément à rendre le procès-verbal sur feuille volante plus concis afin d'éviter des doubles emplois, et nous oblige à signaler à nos Collègues la nécessité où nous allons nous trouver de leur réclamer la livraison du manuscrit de leurs communications un mois au moins avant l'époque fixée pour la présentation en séance

Nous ne doutons pas un seul instant que leur dévouement aux intérêts de la Société les engage à nous faciliter l'exécution de cette importante réforme.

Enfin, toujours au nom de l'intérêt de l'œuvre commune, nous leur demandons de nous indiquer à quelle spécialité ils désirent plus particulièrement être rattachés, afin que nous soyons à même de leur envoyer d'office les épreuves de communications qu'ils pourraient discuter avec autorité.

L'exécution de ces réformes sera facilitée par la division du Bulletin en deux fascicules bi-mensuels, ainsi que nous l'expliquerons tout à l'heure.

Visites.

Satisfaisant au désir exprimé par plusieurs de nos Collègues, nous avons pu, grâce à des concours obligeants, organiser une série de visites industrielles dont le succès s'est affirmé par le nombre considérable de ceux qui y ont pris part et dont plusieurs étaient le complément utile des communications faites en séance.

C'est ainsi qu'au mois de janvier vous avez pu vous rendre, sur l'invitation de M. de Mocomble, aux essais de la plate-forme mobile électrique à deux vitesses destinée à l'Exposition universelle et dont un spécimen avait été installé à Saint-Ouen.

M. l'Ingénieur en chef Résal vous a conviés à visiter, le 17 février 1899, les chantiers du pont Alexandre III et vous en a fait les honneurs, ainsi que son adjoint, M. l'Ingénieur Alby, avec une amabilité dont nous les remercions vivement.

M. P. Gautier vous a montré, dans ses ateliers du boulevard Arago, les procédés de construction si ingénieux qu'il a imaginés pour son sidérostat, ce qui a complété très fructueusement son intéressante communication du 19 mai sur le même sujet.

Vous avez fait, grâce à l'obligeance de M. A. Picard, Commissaire général de l'Exposition de 1900, de M. Chardon, de MM. Delaunay-

Belleville, Dervillé, et du haut personnel placé sous leurs ordres, deux très intéressantes visites sur les chantiers de la grande Exposition qui va s'ouvrir dans quatre mois.

La première de ces visites a eu lieu le 29 juin et elle s'est terminée par un déjeuner à la tour Eiffel, d'où nos Collègues ont pu embrasser, d'un seul coup d'œil, les travaux du Champ-de-Mars, des Invalides, du Trocadéro et des bords de la Seine.

La deuxième visite a eu lieu le 10 décembre, et vous avez pu admirer les constructions de toute nature dont les fondations sortaient à peine de terre au mois de juin dernier.

J'adresse de vifs remerciements à nos Collègues, MM. Max de Nansouty, da Cunha et Sauvert, qui ont préparé ces visites et qui les ont conduites avec le plus grand succès.

L'Exposition des automobiles a été visitée deux fois, les 24 et 25 juin.

Vous y avez entendu les intéressantes conférences de MM. Hospitalier, de Lavalette et de Chasseloup-Laubat qui vous ont ensuite conduit sur les différents stands.

Vous avez pu ainsi vous rendre compte des progrès considérables que fait chaque jour cette industrie essentiellement française, progrès que M. l'Inspecteur général Forestier, membre honoraire de la Société, a d'ailleurs soin de faire connaître par des communications magistrales.

La question de l'épuration des eaux d'égout dans la plaine d'Achères a été traitée devant vous par M. Vincey. Grâce à l'obligeant concours de M. Launay, Ingénieur en chef du service de l'Assainissement, vous avez pu vous rendre compte par vous-même, le 2 juillet dernier, des résultats obtenus. Vous avez, en effet, parcouru, sous la conduite de ces messieurs, les champs d'Achères avant la fermeture officielle du grand collecteur de Clichy.

Enfin, mes chers collègues, cette série de visites a été heureusement complétée par une promenade sur les chantiers du prolongement du chemin de fer d'Orléans. Vous avez visité, sous l'aimable conduite de M. Brière, Ingénieur en chef, et de ses adjoints. MM. les Ingénieurs De la Brosse et Sabouret, la nouvelle gare du quai d'Orsay et la ligne déjà presque achevée du quai d'Orsay à la place Walhubert. Vous avez admiré ces magnifiques travaux, et vous vous associerez à moi pour remercier de nouveau M. Brière et ses distingués collaborateurs de vous avoir facilité cette intéressante visite.

J'exprime le vœu de voir se multiplier ces excursions qui viennent si heureusement compléter les renseignements donnés par les auteurs des communications, qui mettent nos Collègues à même d'étudier les grands travaux en cours et qui contribuent, en outre, à rendre plus fréquentes des relations à la fois agréables et utiles.

Le succès obtenu par ces quelques excursions nous autorise à croire que vous suivrez en très grand nombre les visites que notre Président ne manquera certainement pas d'organiser en 1900 pour nous faciliter l'étude des diverses classes de l'Exposition.

Laissez-moi exprimer le vœu de voir insérer dans notre Bulletin le compte rendu de ces visites, rédigé par nos Collègues qui les auront

préparées et conduites. Nous aurons ainsi une revue complète et originale des progrès que la grande Exposition de 1900 aura mis en évidence dans les principales branches de l'industrie.

Bulletin.

Votre Bulletin a été abondamment pourvu de mémoires savants et pleins d'intérêt. Il a pu vous être régulièrement envoyé grâce à nos Collègues qui ont bien voulu nous livrer en temps utile le manuscrit de leurs communications. Nous ne saurions trop les en remercier.

Vous avez sans doute remarqué que notre Bulletin s'est accru de deux éléments nouveaux : les *informations techniques* et les *bibliographies*.

Informations techniques. — Les informations techniques, qui viennent compléter la chronique si savamment rédigée par notre dévoué Collègue M. Mallet, ont pour but de vous renseigner aussi complètement que possible sur les différents faits qui peuvent vous intéresser et de vous indiquer les sources auxquelles vous pouvez puiser pour approfondir le fait signalé.

C'est une sorte d'encyclopédie qui est appelée, croyons-nous, à vous épargner des recherches et à vous permettre de suivre les progrès réalisés dans chacune des spécialités du génie civil.

C'est grâce à M. Mallet, à nos Secrétaires et à quelques-uns de nos Collègues que nous avons pu réaliser cette innovation. Nous les remercions de leur active et utile collaboration et nous sollicitons celle de tous les Membres de la Société qui sont obligés de suivre les progrès de l'industrie dont ils s'occupent, en lisant les publications techniques spéciales de la France et de l'étranger.

Bibliographies. — Les bibliographies, au nombre de 50 cette année, ont été rédigées par des Collègues spécialistes qui, grâce au concours qu'ils nous ont ainsi donné, ont largement contribué à augmenter les dons faits par les éditeurs à notre bibliothèque.

Bibliothèque. — Notre bibliothèque a reçu 810 volumes dont la liste, par spécialité, vous a été donnée dans les procès-verbaux.

Accroissement de la Société.

Les divers renseignements que nous venons de vous donner vous montrent que notre Société continue à prospérer.

Vous avez vu, par le compte rendu financier que vous a fait notre Trésorier dans la séance du 15 décembre, que vos recettes progressaient; je vous ai annoncé la rentrée prochaine de legs importants. Enfin les admissions s'accroissent régulièrement chaque année.

Leur nombre, qui était de 136 en moyenne, de 1891 à 1895, s'est élevé à 248, en 1896, à 395, en 1897 (année de l'inauguration de notre hôtel), et à 324 en 1898 (année de la célébration de notre cinquantenaire).

Pendant l'exercice 1898-1899, vous avez admis :

1 membre honoraire ;
266 membres sociétaires ;
39 membres associés.

Soit, au total : 306 membres.

Vous avez enfin réadmis 4 membres.

Ce qui donne un total de 310 admissions.

Nous atteindrons bientôt le nombre de 3 500 membres. Mais il ne faut pas que cet élan diminue ; il faut, au contraire, que l'année 1900 soit pour nous une occasion d'augmenter notre effectif dans une large mesure.

Aussi avons-nous recherché les moyens les plus efficaces pour assurer notre accroissement futur. Nous avons constaté que, sur les 13 200 Ingénieurs civils français qui sont à Paris, dans les départements, dans nos colonies et à l'étranger, nous n'en comptions que 3 078 dans notre Société, soit les 23 0/0 du total. Mais ce qui nous a surtout frappé, c'est que si nous comptons comme sociétaires les 40 0/0 environ du nombre des Ingénieurs civils residant à Paris, la proportion s'abaisse à 12,19 0/0 pour les Ingénieurs des départements.

Nous avons étudié les causes de ce recrutement insuffisant parmi nos Collègues de province et nous avons acquis la conviction que nous pourrions sans doute y remédier en prenant des mesures propres à leur permettre d'intervenir par correspondance dans nos discussions et en établissant des relations plus fréquentes avec eux.

Nous vous avons expliqué comment nous réaliserions le premier de ces desiderata ; quant au deuxième, il sera atteint par le *dédoublement de notre bulletin mensuel en deux fascicules envoyés tous les quinze jours et contenant, encartés, le procès-verbal de la séance précédente et l'ordre du jour de la séance suivante.*

Cette modification, qui n'a rien de contraire à l'esprit ni aux textes de nos statuts et de notre règlement, aura, nous en sommes persuadés, les plus heureux résultats et elle sera d'ailleurs d'un grand secours pendant cette année 1900 où vous aurez de fréquentes communications à faire à tous nos Collègues.

Nous émettons aussi le vœu que nos relations avec les Sociétés techniques et industrielles des départements deviennent plus étroites et que le Comité détermine les voies et moyens permettant l'étude en commun des grandes questions d'intérêt général pour le Génie Civil.

En terminant ce résumé, dont la longueur s'explique par l'importance même des travaux dont j'avais à vous rendre compte, j'adresse à mes Collègues du Bureau et du Comité l'expression de mes sincères remerciements pour l'appui si précieux et si cordial qu'ils ont bien voulu me prêter.

Je remercie non moins vivement les membres de notre Société de la sympathie qu'ils m'ont témoignée et qui est pour moi la meilleure récompense des efforts que j'ai faits pour accroître la prospérité de notre chère Société.

J'emporte de cette année de présidence un souvenir de profonde reconnaissance pour vous tous, messieurs et chers Collègues, car j'ai eu la bonne fortune d'ajouter à d'anciennes et solides amitiés des amitiés nouvelles dont j'apprécie tout le prix.

Et maintenant, mes chers Collègues, je vais inviter M. le Vice-Président Baudry, qui remplace aujourd'hui M. Canet, à prendre la présidence de la séance. Comme je vous le disais tout à l'heure, je souhaiterai la bienvenue à notre cher Président à la prochaine réunion.

M. Ch. Baudry, Vice-Président, après avoir serré la main de M. G. Dumont, prend place au fauteuil et prononce les paroles suivantes :

Mes Chers Collègues,

En prenant place au fauteuil, j'ai d'abord à m'associer aux regrets qui viennent d'être exprimés, et que vous partagez tous, au sujet de l'absence de notre nouveau Président, M. Canet, qui devrait l'occuper à ma place.

Si cette absence n'était pas causée par la maladie, mes regrets seraient atténués par la très vive satisfaction que j'éprouve à être votre interprète pour féliciter et remercier notre Président sortant de la façon tout à fait remarquable dont il a dirigé les travaux de la Société pendant l'année 1899.

Vous venez d'entendre de sa bouche le brillant exposé de ces travaux; il vous a rappelé les intéressantes communications faites tant par des membres de la Société que par les étrangers les plus compétents, les discussions animées, et cependant toujours courtoises, auxquelles plusieurs de ces communications ont donné lieu, les nombreuses visites industrielles qui sont une des caractéristiques de l'année et qui ont eu le plus vif succès ; il vous a dit enfin les améliorations proposées pour notre *Bulletin*.

Mais ce qu'il ne pouvait dire et ce que vous avez certainement pensé tous, c'est que ces brillants résultats ont été dus à l'activité et au talent d'organisation qu'il a déployés d'un bout de l'année à l'autre.

Ils l'ont été aussi aux qualités aimables par lesquelles il a su associer à ses travaux tous ceux qui l'entouraient, ses nombreux amis de la veille et ceux qui le sont devenus en collaborant avec lui.

Je n'ai pas à faire de discours aujourd'hui ; je vous ajourne à quinzaine pour entendre d'une bouche plus autorisée le discours d'usage.

Mais nous ne pouvions attendre jusque-là pour remercier M. le Président Dumont, et je le fais de tout cœur, en mon nom personnel comme en votre nom à tous.

Présidence de M. Ch. Baudry, Vice-Président

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

Au sujet du procès-verbal de la séance du 20 octobre 1899, lecture est donnée d'une lettre de la *Compagnie Intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise*, qui demande à rectifier l'assertion suivante de notre

Collègue M. E. Hubou sur l'alimentation en eau des faubourgs de Bruxelles : « Les sources sont alimentées par des ruisseaux superficiels perdus et par le ruisseau du Bocq, qui est un véritable égout collecteur des agglomérations qu'il traverse. » Cette Compagnie affirme que les sources captées n'ont aucune communication avec le ruisseau du Bocq, qu'elles ne sont pas des réapparitions de ruisseaux superficiels, mais qu'elles sont au contraire des sources véritables, comme le prouvent la régularité du débit, la constance de la température, l'identité de composition chimique, etc. Elle envoie une brochure sur les eaux des vallées de l'Ourthe, du Houyoux et du Bocq, ainsi qu'un extrait du *Bulletin de la Société de Géologie* sur les sources du Houyoux, extrait dont les considérations sont applicables aux sources du Bocq.

Ces documents seront déposés à la Bibliothèque.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès d'un nombre malheureusement trop grand de nos Collègues :

M. Fritz Brauer, Membre de la Société depuis 1893; a été Directeur de l'usine de la Société Alsacienne de Constructions mécaniques, à Graffenstaden ;

M. Ch.-M.-F. Camus, Membre de la Société depuis 1880, ancien Élève de l'Ecole Centrale (1861); a été expert près la Cour d'appel de Paris et près le Conseil de préfecture de la Seine;

M. P.-J. Curie, Membre de la Société depuis 1897, ancien Élève de l'Ecole des Arts et Métiers (1848); a été chef du Service du matériel et de la traction à la Compagnie des Chemins de fer de Bône-Guelma et prolongements;

M. P.-P. Fuchet, Membre de la Société depuis 1857, ancien Élève de l'École Centrale (1852); a été Ingénieur représentant de la Société des Mines de Lens;

M. A.-S.-M.-C. Lacazette, Membre de la Société depuis 1892, ancien Élève de l'École Polytechnique (1879); Ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille, Secrétaire général de la Société des Ingénieurs coloniaux;

M. E. Mayer, Membre de la Société depuis 1850, ancien Élève de l'École Centrale (1843); Ingénieur en chef honoraire de la Compagnie de l'Ouest, Membre du Comité technique de l'Exploitation des chemins de fer, de la Commission centrale des machines à vapeur, du Comité consultatif des Arts et Manufactures; ancien Membre du Conseil de perfectionnement de l'École Centrale; Membre du Comité en 1867-76-79-81-82-83-87-88, Vice-Président de 1868 à 1872; Officier de la Légion d'honneur;

M. M. Perret, Membre de la Société depuis 1878, Administrateur de la Compagnie des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, Officier de la Légion d'honneur.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes :

Officier de la Légion d'honneur : M. A. Béthouart;

Officier d'Académie : M. Lorphelin.

Notre nouveau Collègue, M. A. Bonnet, a fait à la Société un don de 20 francs.

L'Office national du Commerce extérieur nous informe qu'il a reçu un rapport concernant le projet d'une entreprise de transport entre Sébastopol et Balaclava. Les Collègues que cette question intéresse peuvent s'adresser, pour tous renseignements complémentaires, à l'Office national du Commerce extérieur, 3, rue Feydeau.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture du télégramme qu'il a reçu de nos Collègues, les Ingénieurs russes.

« Assemblés à la fête annuelle, buvons la santé des Confrères fran-
» çais, la gloire de la France et la prospérité du génie, toutes espérances
» admirer les travaux grandioses des Ingénieurs français à l'Exposition
» 1900. — Président du Banquet, BERTELS ; Président de la Société
» Ingénieurs Civils, DMITRIEFF ; Directeur Institut Ingénieurs Civils,
» SOULTANOFF. »

Il a été répondu par le télégramme suivant :

« Président Société Ingénieurs Civils France envoie vifs remercie-
» ments à Confrères russes et meilleurs souhaits pour l'année 1900,
» qui nous procurera cordiales réunions. — DUMONT. »

M. LE PRÉSIDENT dit que l'indisposition de M. Canet a obligé le Bureau à modifier l'ordre du jour de la séance, comme l'indique l'avis forcément tardif envoyé aux membres de la Société.

M. L. de Chasseloup-Laubat a bien voulu se charger, à la dernière heure, de faire une communication sur l'*Evolution du matériel des marines de guerre depuis trente ans*. M. LE PRÉSIDENT l'en remercie vivement ; il est persuadé que, malgré l'absence de préparation, notre Collègue traitera brillamment ce sujet, qui lui est d'ailleurs familier.

M. L. DE CHASSELOUP-LAUBAT remercie M. le Président des paroles qu'il vient de prononcer, et croit néanmoins devoir réclamer l'indulgence de ses Collègues.

Les différentes transformations des navires de guerre, depuis une trentaine d'années, ont été provoquées par les progrès de l'artillerie, et peuvent se diviser en trois phases. M. de Chasseloup-Laubat étudie chacune d'elles dans ses grandes lignes, et discute l'efficacité des dispositions adoptées tant pour la défense que pour l'attaque. Il montre, par des exemples topiques, quel intérêt majeur il y aurait à étendre le rôle de l'ingénieur-mécanicien.

M. S. PÉRISSÉ ajoute quelques considérations sur les points d'appui et de réapprovisionnement de la flotte ; il constate avec regret qu'à ce point de vue notre marine est en état d'infériorité, et il conclut à l'urgence de remédier à cette situation, qui rend illusoires les qualités militaires et nautiques de nos bâtiments de guerre.

M. R. SOREAU dit qu'en Angleterre cette question a toujours été une des principales préoccupations de l'Amirauté, et même des grandes

Sociétés de navigation. C'est ainsi que, après les expériences pour employer, dans les chaudières marines, le pétrole mélangé au charbon, une Société a décidé de jalonner la route de l'Extrême-Orient avec des dépôts de combustible liquide.

La communication de M. de Chasseloup-Laubat, ainsi que les observations auxquelles elle a donné lieu, seront insérées au *Bulletin*.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. A. Bochet, P. Bonvillain, F. Cartier, L. Chandora, P. Delestre, A.-J. Landreau, E. Teissier et B.-J.-C. Vaissière comme Membres sociétaires, et de M. J. Combe comme Membre associé ;

Sont admis :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

A. Bonnet,	présenté par MM.	Mesureur, Edelmann, A. Joaillier.
A. Catala,	—	Dumont, Neveu, Blondel.
de la Fontaine,	—	Chasteau, Ferré, E.-E. Marchand.
G.-A. Morin,	—	Barth, Schmid, Theurkauff.

Comme Membre associé, M. :

H.-A. Gauthier, présenté par MM. Lafon, Lavezzari, Standaert.

La séance est levée à 11 heures.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

MÉMOIRES

L'INDUSTRIE DE L'OZONE

PAR

M. M. OTTO

DOCTEUR ÈS SCIENCES.

INTRODUCTION

De nombreux progrès ont été réalisés dans l'industrie de l'ozone depuis la conférence que j'ai eu l'honneur de faire, il y a trois ans, devant la Société.

L'ozone, on le sait, n'est autre chose que de l'oxygène condensé ou polymérisé. La formule de ce dernier étant :

$$O^2 \text{ (2 vol.)},$$

celle de l'ozone est :

$$O^3 \text{ (2 vol.)}.$$

Cette formule a été établie par l'étude comparée des vitesses de diffusion du chlore, de l'acide carbonique et de l'ozone et par l'observation rigoureuse des phénomènes qui accompagnent la formation de ce dernier et sa destruction sous l'influence des agents physiques ou chimiques.

La détermination directe de la densité de l'ozone (1) m'a permis de fixer indiscutablement sa nature. Tout récemment, M. le professeur Troost est arrivé à le liquéfier aisément en employant l'air liquide, et a pu déterminer son point d'ébullition exact, qui se trouve à 119° au-dessous de zéro.

J'ai précédemment étudié toute une classe d'appareils générateurs d'ozone basés sur l'emploi de lames de verre formant diélectriques. Dès l'origine de mes travaux, j'ai cherché à me débarrasser de ces éléments extrêmement fragiles, d'un maniement très délicat.

Dans une conférence que je faisais, en 1897, à la Sorbonne, après avoir décrit mes appareils à diélectriques et indiqué les conditions théoriques auxquelles tout bon ozoneur doit satisfaire

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 124, p. 78.

pour fournir un rendement satisfaisant, je disais, en envisageant l'avenir de l'industrie naissante :

« Le problème de la préparation industrielle de l'ozone ne sera résolu complètement, que lorsque l'on sera arrivé par un artifice quelconque à supprimer les diélectriques et à construire des appareils entièrement métalliques, simples et robustes dont rien ne limitera les dimensions et la puissance. »

Le but proposé, j'ose l'espérer, est atteint. La solution apportée au problème est extrêmement simple ; je vais indiquer en quoi elle consiste.

CHAPITRE PREMIER

Ozoneurs rotatifs industriels.

Si l'on place deux électrodes métalliques planes en regard, à une distance déterminée, et si on les porte à une différence de

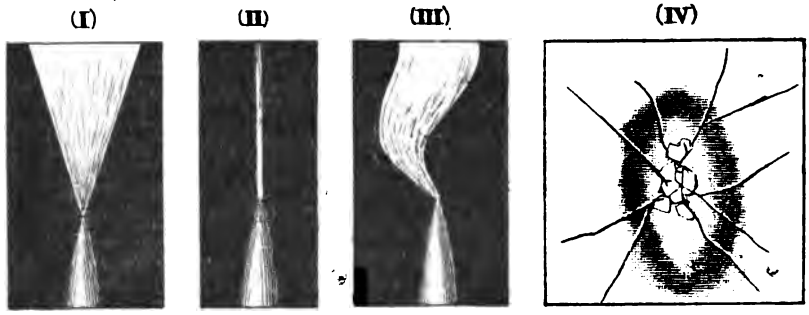


Fig. 1. — (I) Effluve. — (II) Étincelle. — (III) Arc. — (IV) Verre brisé par un court-circuit.

potentiel suffisamment élevée, un arc jaillira brusquement, et une sorte d'éclair en boule se promènera avec un sifflement particulier entre les deux électrodes. La production d'ozone sera très faible.

Si l'une des deux surfaces en regard est au contraire hérissée de pointes ou de lames tranchantes, qui se comportent comme une série de pointes infiniment rapprochées, on voit ces lames s'illuminer doucement et une belle décharge violacée jaillir entre les électrodes : on a l'effluve et la production d'ozone est très abondante.

Pour peu que la différence de potentiel augmente, de vives étincelles, bientôt accompagnées d'arcs extrêmement dangereux, succèdent à cette première phase du phénomène *(fig. 1.)*. Tout diélectrique solide interposé, serait infailliblement brisé.

Il est impossible, industriellement, d'avoir une force électromotrice rigoureusement constante. On ne peut donc pratiquement maintenir d'une manière certaine l'effluve seul dans les générateurs d'ozone et éviter les arcs et les courts-circuits dangereux. D'autres causes peuvent du reste les provoquer; un corpuscule flottant dans l'air et venant diminuer la résistance du milieu interposé entre les électrodes, suffit pour les amorcer.

J'ai demandé aux générateurs d'ozone eux-mêmes ce que les dynamos puissantes, mais indociles, ne pouvaient me fournir, et j'ai établi des appareils dans lesquels d'une manière certaine, rigoureuse, et automatique, les arcs sont éteints et les courts-circuits sont interrompus lorsque, pour une raison quelconque, il s'en déclare : ce sont les ozoneurs rotatifs.

Ces appareils sont divisés en deux grandes catégories :

1° Les ozoneurs rotatifs à électrodes mobiles;

2° Les ozoneurs rotatifs à amorceurs ou interrupteurs d'effluves.

I. — Ozoneurs rotatifs a électrodes mobiles.

Les ozoneurs de cette catégorie présentent les caractéristiques suivantes :

1° Les électrodes, la moitié au moins, sont mobiles;

2° Il n'intervient dans leur construction que des matériaux offrant toutes les garanties de résistance et de solidité qu'on doit demander à des appareils destinés à un long usage industriel.

3° La décharge électrique jaillit directement dans l'air ou dans l'oxygène, entre des parties métalliques portées à des potentiels différents, sans qu'un diélectrique quelconque soit interposé entre ces dernières.

Pour se rendre compte du fonctionnement des ozoneurs rotatifs, il suffit de considérer deux éléments, respectivement en relation avec les deux pôles d'une source à haut potentiel et placés à une distance telle que l'effluve ne puisse jaillir. Si on les rapproche à une distance suffisamment faible, la décharge se produira; en augmentant ensuite graduellement cette distance, la décharge s'éteindra.

Si un arc s'était formé accidentellement pendant la production de l'effluve, cet arc serait coupé.

On conçoit que la réalisation de cette succession de phénomènes puisse s'obtenir par plusieurs dispositifs différents.

Un des plus simples consiste en deux cercles conducteurs dans lesquels sont découpés une série de secteurs parallèles ou légèrement inclinés comme les ailes d'une hélice. Dans ce cas l'ozoneur forme lui-même ventilateur. Les centres des deux cercles sont sur le même axe; les deux cercles sont réunis respectivement à chacun des pôles d'un transformateur à haute tension; les surfaces en regard sont hérissées de pointes ou de lames à biseaux tranchants. Un des cercles étant fixe, si l'autre est animé d'un mouvement de rotation, une décharge jaillit chaque fois que

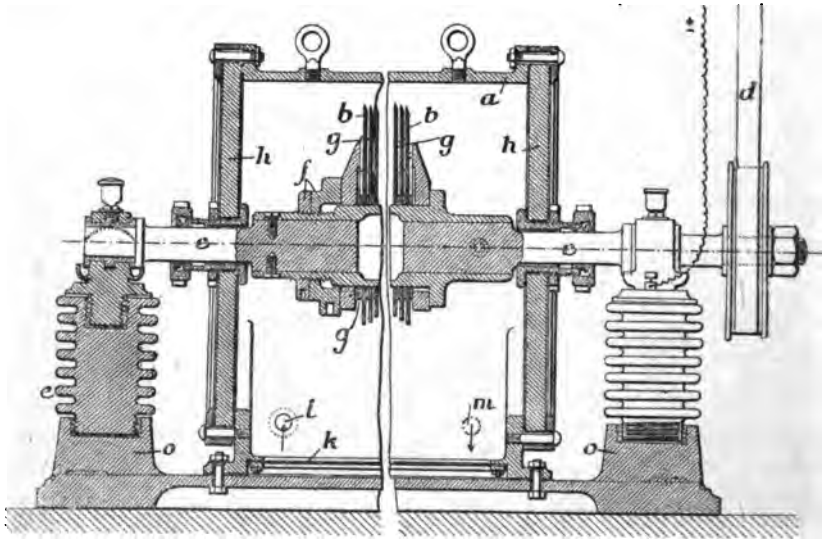


Fig. 2. — Ozoneur rotatif horizontal (coupe).

les secteurs pleins se trouvent en regard et s'éteint dès qu'ils s'éloignent.

On peut évidemment substituer aux cercles deux autres surfaces de forme quelconque, animées d'un mouvement quelconque.

Les résultats de mes expériences m'ont conduit à donner la préférence aux deux formes d'exécution représentées respectivement par les figures 2, 3 et 4 et les figures 5 et 6.

Ozoneurs horizontaux. — La figure 2 représente une coupe longitudinale d'un ozoneur rotatif type horizontal; la figure 3 représente une vue en bout du même appareil.

L'ozoneur est essentiellement constitué par une cuve en fonte *a* alaisée intérieurement et évidée à sa partie inférieure, suivant deux génératrices. Cette cuve en fonte est fixée sur un solide bâti *o*.

A l'intérieur de la cuve, supportés par un axe rigide *l*, qu'entraine une poulie isolante commandée par une courroie *d*, sont fixés un grand nombre de disques en tôle d'acier à bords tranchants. Ces disques présentent un évidement ainsi que le montre clairement la figure 3.

Ils sont légèrement décalés l'un par rapport à l'autre, de façon que, groupés, les évidements se présentent sous forme

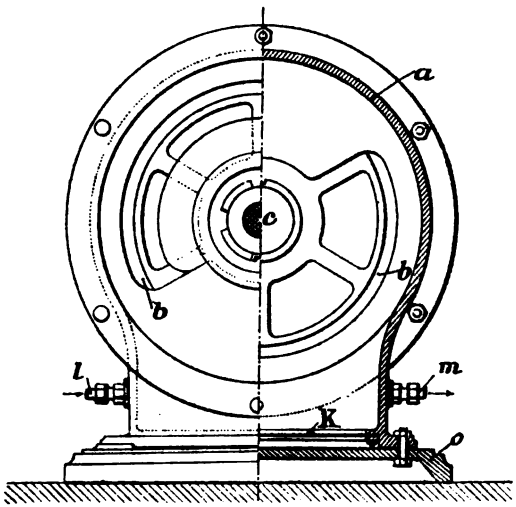


Fig. 3. — Ozoneur rotatif horizontal (vue en bout et coupe).

d'une large rainure hélicoïdale. Cette disposition a pour but d'éviter les à-coups dans la marche de l'appareil, tant au point de vue électrique, qu'au point de vue mécanique. Les disques sont légèrement écartés à l'aide de rondelles en fonte *g* ; un écrou *f* enserre solidement l'ensemble du système. On peut également grouper les disques par séries et laisser entre deux séries consécutives, un intervalle de quelques centimètres.

La cuve en fonte est fermée par deux glaces *h* qui permettent de suivre la marche de l'appareil.

L'arbre *c* est supporté par deux paliers ordinaires qui reposent sur deux blocs isolants *e* ; l'un des paliers est muni d'une prise de

courants à laquelle aboutit un des fils venant d'un transformateur à haute tension. Le second fil du transformateur est relié à la terre ainsi que le support de l'ozoneur.

Une équidistance absolue règne entre la périphérie des disques biseautés et la surface interne du cylindre en fonte ; cette

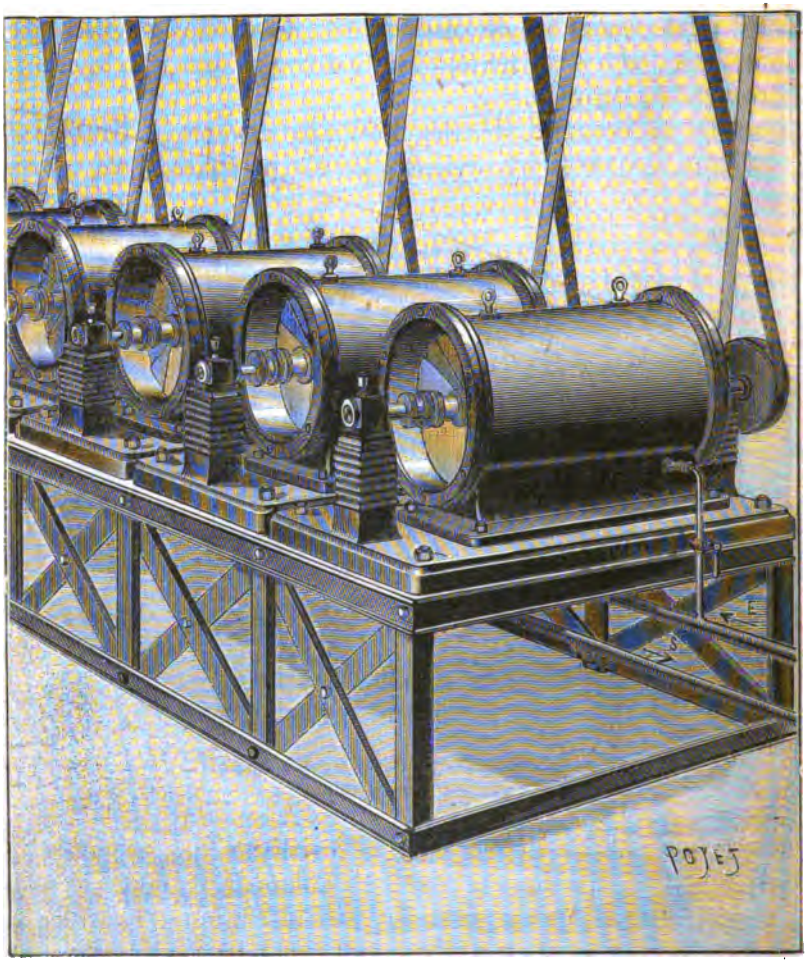


Fig. 4. — Groupe d'ozoneurs rotatifs horizontaux.

équidistance peut varier entre 5 *mm* et 100 *mm*. Le chiffre ordinairement adopté est 30 *mm*, ce qui pour des disques en tôle de 1 *mm* 5 d'épaisseur, à biseau bilatéral, correspond pour un fonctionnement normal à l'emploi de courants de 25 000 volts.

Les gaz que l'on veut soumettre à l'action de l'effluve arrivent

dans l'appareil par une tubulure *l* et en sortent par une autre tubulure *m*. Le cylindre *a* est fermé à sa partie inférieure par un joint isolant *k*.

La marche de l'ozoneur se comprend aisément en examinant ce qui se passe pour un seul disque : lorsque le courant électrique est lancé dans l'appareil, des effluves puissants jaillissent entre les bords des biseaux et la surface interne du cylindre en

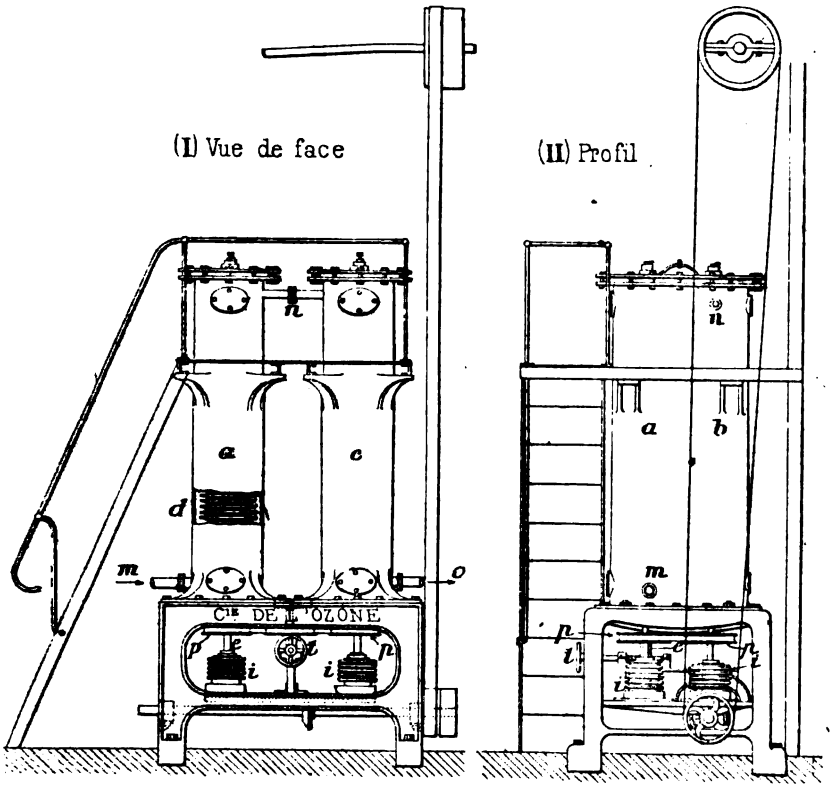


FIG. 5. — Ozoneurs verticaux à cylindres accouplés.

fonte. La partie évidée du disque reste absolument inactive. Si une étincelle vient à éclater, ou si un arc tend à se former, la rupture se produit au moment où l'évidement se trouve vis-à-vis de la partie ajourée du cylindre. Tout danger est donc écarté d'une manière immédiate et certaine.

La même succession de phénomènes se reproduit évidemment pour tous les disques et le résultat final est que l'électrode mobile, pareille à un cylindre de feu, tourne environnée de lueurs

violacées intenses, sillonnées de temps en temps par de rapides éclairs aussitôt interrompus.

Sous l'influence de ces décharges, l'oxygène se polymérise et se transforme en ozone.

L'appareil ne chauffe pas. Le mouvement de l'électrode mobile favorise le brassage des gaz. Les rendements obtenus avec l'oxygène pur, ou simplement avec l'air, sont bien supérieurs à ceux fournis par les anciens appareils à lames de verre.

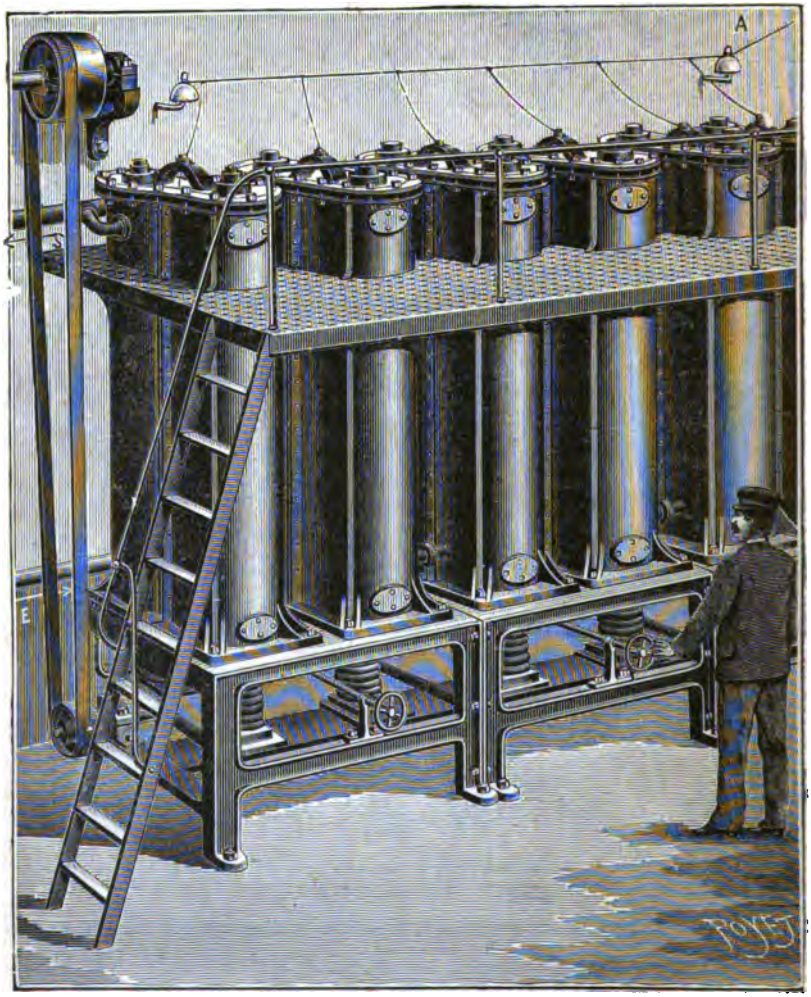


Fig. 6. — Groupe d'ozoneurs rotatifs verticaux.

La figure 4 représente une batterie d'ozoneurs rotatifs horizontaux.

Ozoneurs verticaux. — Les mêmes appareils peuvent fonctionner verticalement.

On peut utiliser dans ce cas, soit un cylindre seul, fermé latéralement par une glace, soit deux cylindres accouplés, l'un servant de fermeture à l'autre.

La figure 5 représente vu de face et vu de côté, un groupe de deux ozoneurs verticaux à cylindres accouplés.

Les deux électrodes mobiles sont supportées chacune par deux crapaudines isolantes *i*. Les cuves en fonte *a*, *b*, *c*, sont supportées par un bâti en fonte, de forme appropriée. Le mouvement de rotation est communiqué aux électrodes mobiles par deux poulies isolantes *pp* commandées par une courroie. Le gaz, air ou oxygène, arrive à l'intérieur de l'ozoneur par une tubulure *m* et en sort par une autre tubulure *n* située à la partie opposée, pour passer de là dans l'ozoneur voisin et s'échapper finalement par la tubulure *o*.

Les cuves peuvent se faire en tôle de fer ou en tout autre métal. Les disques peuvent se remplacer par une simple hélice venue de fonte, à filets de section triangulaire très aigus ou encore par des tôles à dents de scie, simplement découpées à l'emporte-pièce.

L'avantage de ces appareils est de tenir peu de place. Je représente *(fig. 6)* le mode de montage d'une batterie de générateurs doubles verticaux.

Je résume dans le tableau ci-dessous les caractéristiques des appareils qui sont d'un usage industriel le plus courant. Il est évident que ces données peuvent varier dans de larges limites.

SÉRIES	NOMBRE D'ÉLÉMENTS	CYLINDRES		EFFLUVES	POTENTIEL
		DIAMÈTRE	LONGUEUR		
		mètres	mètres	mètres	volts
A 10	10	0,400	0,350	0,030	25 000
A 25	25	0,400	0,525	0,030	25 000
A 50	50	0,400	1,050	0,030	25 000
A 75	75	0,400	1,425	0,030	25 000
A 100	100	0,400	1,800	0,030	25 000
B 150	150	0,400	1,525	0,030	25 000
B 200	200	0,400	2,050	0,030	25 000

La règle que l'on doit suivre, autant que possible, dans la construction de mes appareils est la suivante : *Chercher à obtenir le volume maximum d'effluve avec le poids minimum de métal.*

Les ozoneurs sont protégés contre l'oxydation par une peinture isolante.

Rendements. — Des savants français et étrangers ont étudié mes appareils et mesuré d'une manière très précise les rendements qu'ils peuvent fournir.

Voici, à titre d'indication, les résultats d'une série d'essais effectués avec un ozoneur rotatif *série A 10.*

Je cite ces mesures parce qu'elles ont été faites avec un appareil de dimensions réduites, fournissant des quantités d'ozone facilement mesurables avec toute la précision voulue.

Les grands ozoneurs sont constitués du reste par des éléments identiques à ceux de l'appareil ci-dessus; leur nombre seul varie. Comme le rendement d'un ozoneur est théoriquement proportionnel au volume de l'effluve, c'est-à-dire au nombre d'éléments générateurs, on peut, à l'aide de ces données, déduire les rendements de tous les appareils avec une approximation très suffisante pour la pratique.

Résultats des analyses faites

AVEC UN OZONEUR ROTATIF SÉRIE A 10.

DONNÉES	1	2	3	4	5	6	7	8
Température . . . . degrés.	20	25	21	20	23	20	18	15
Durée . . . . . minutes.	15	15	15	15	7	6	5	5
Air employé . . . . litres.	190	574	704	751	489	618	625	728
Ozone produit . . . milligr.	60,75	119,8	132	168,4	95,5	89,1	107,5	131,1
Ozone par heure . . milligr.	243	479,5	528	673,9	819,2	891	1 290	1 573
Ozone par 24 heures. . gr.	5,832	11,508	12,672	16,173	19,660	21,384	30,96	37,752

Avec un ozoneur rotatif, modèle vertical de 2 *m* on peut donc atteindre un rendement quotidien de :

619 *gr.* à 755 *gr.* d'ozone pur, chiffre extrêmement élevé.

En augmentant le débit d'air on arriverait aisément à plus d'un kilogramme.

— Mais nous croyons qu'il vaut mieux, en marche industrielle

normale, compter sur des chiffres moindres, et dans toutes nos études d'installation d'usines, nous leur faisons subir une certaine diminution. Le résultat est, du reste, intimement lié à la concentration que l'on désire obtenir; c'est une considération très importante que l'on ne doit pas oublier lorsqu'il s'agit de l'épuration des eaux. Quoi qu'il en soit, le rendement de mes ozoneurs rotatifs reste beaucoup plus élevé que celui des anciens appareils à lames de verre si fragiles. Ces dernières étant en effet supprimées, l'électricité doit vaincre une résistance beaucoup moindre pour aller d'une électrode à l'autre; de plus, l'échauffement des ozoneurs est nul et après plusieurs heures de marche consécutives, ils ne sont même pas tièdes.

L'énergie électrique, sauf la portion perdue sous forme de lumière, est donc utilisée intégralement à la production d'un effet utile: la polymérisation de l'oxygène.

Il est évident qu'on peut utiliser avec mes ozoneurs rotatifs les différents modes de montage que j'ai décrits il y a plusieurs années, avec les déflagrateurs à étincelle efficace de Hertz, munis ou non, de condensateurs ou de capacités additionnelles.

II. — Ozoneurs rotatifs a amorceurs ou interrupteurs d'effluves

Le principe fondamental du fonctionnement de cette série d'ozoneurs, c'est-à-dire les amorçages et les interruptions graduels et successifs de l'effluve entre les divers points en regard des électrodes de l'appareil, est le même que pour les précédents; mais les moyens pratiques de réalisation que j'emploie sont différents.

J'ai imaginé de produire les amorçages et interruptions graduels et successifs de l'effluve en disposant entre des électrodes fixes des disques séparateurs mobiles. Ces derniers sont fractionnés en sections telles que leur passage, entre les armatures en regard des électrodes, permette successivement à l'effluve de jaillir ou rende au contraire ce jaillissement impossible.

L'on conçoit que si les électrodes de noms contraires sont suffisamment éloignées pour que normalement, sans échauffement du milieu gazeux ambiant, l'effluve ne puisse jaillir entre elles, la jaillissement devenant au contraire possible par l'interposition d'un disque conducteur d'épaisseur convenable, il suffira, pour réaliser les amorçages et interruptions graduels et successifs, de faire mouvoir entre les électrodes ainsi éloignées

un disque conducteur à secteurs alternativement pleins et évidés. Inversement si les électrodes de noms contraires sont normalement assez peu éloignées pour permettre à l'effluve de jaillir entre elles, les amorçages et les interruptions graduels et successifs pourront être produits par le passage entre ces électrodes d'un disque isolant d'épaisseur convenable à secteurs alternativement pleins et évidés.

Je représente, à titre d'exemple (*fig. 7 et 8*), deux appareils producteurs de décharges électriques construits d'après ces principes.

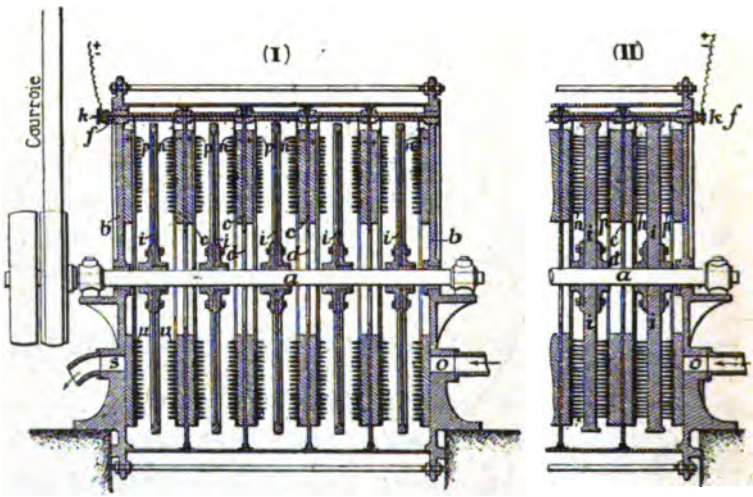


Fig. 7. — Ozoneurs rotatifs à disques amorceurs et interrupteurs d'effluves.

Ozoneur à amorceurs d'effluves. — Cet appareil (*fig. 7*, I) est essentiellement constitué par deux séries d'électrodes *p* et *n* soigneusement isolées et fixées à l'intérieur d'un solide bâti en fonte *b* et sur des cloisons *c* qui portent un orifice central *d* pour la circulation des gaz.

Ces électrodes sont placées à une distance telle que l'effluve ne puisse jaillir directement entre elles.

Sur l'arbre *a* sont montés, à mi-distance entre les électrodes, des plateaux conducteurs *i*, d'une épaisseur convenable, et munis de secteurs évidés *y* (*fig. 8*, III).

Deux conducteurs métalliques *f* et *k*, entourés de manchons isolants, amènent le courant à l'appareil.

Si nous désignons :

Par L le chemin que peut franchir l'effluve;
Par D la distance des électrodes;
Par E l'épaisseur des plateaux conducteurs;

L'appareil est construit de telle sorte que l'on ait :

1° $L < D$;

2° $D + E = L$.

Dans ces conditions, les plateaux étant mis en mouvement, l'effluve jaillira entre les pointes des électrodes lorsque les par-

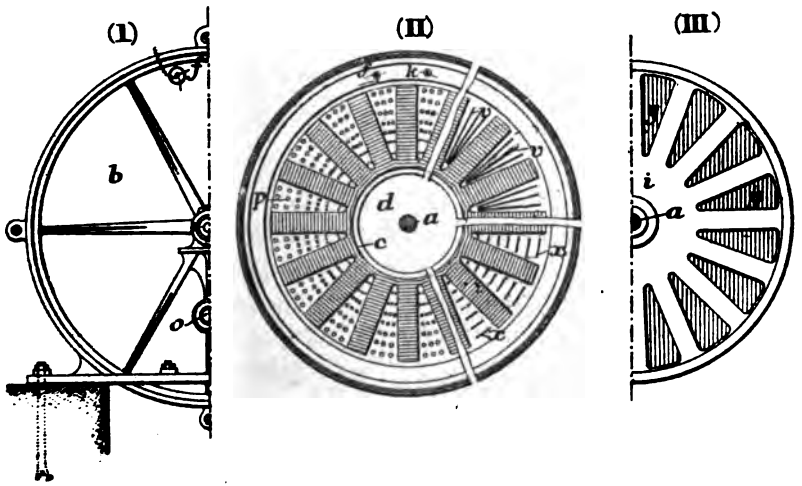


Fig. 8. — (I) Vue en bout d'un appareil. — (II) Modes de montage des électrodes. (III) Plateaux mobiles.

ties pleines se trouveront entre ces pointes. Mais, aussitôt qu'un secteur évidé se présentera, l'effluve sera interrompu.

L'air, ou l'oxygène pur, arrive par l'orifice *o* et sort par le tube *s*, après avoir circulé en zigzag autour des disques séparateurs mobiles.

Ozoneur à interrupteurs d'effluves. — Les plateaux séparant les électrodes de noms contraires *p* et *n* (*fig.* 7, II) sont constitués par un isolant et munis de secteurs ajourés.

Les électrodes sont assez rapprochées pour que l'effluve jaillisse normalement entre leurs pointes. L'interposition d'un isolant empêchera cet effet de se produire et interrompra évidem-

ment tout court-circuit dangereux qui aurait pu précédemment se former.

Dans ce cas, l'ozoneur est construit de telle sorte que, si nous donnons à L et à D les mêmes valeurs que celles indiquées plus haut, et si nous représentons par E l'épaisseur des plateaux isolants, nous avons :

1° $L = D;$

2° $D + E > L.$

La figure 8 (II) indique le mode de groupement des électrodes. Des secteurs à pointes sont figurés en p, des lames à biseau ou à dents de scie en v et en x.

Il va sans dire que les détails de construction, tel que nombre, forme et dimensions des électrodes, disposition de leur surface conductrice, etc., pourront varier, les variations entraînant des modifications correspondantes dans les détails des disques séparateurs mobiles.

Mes appareils peuvent être utilisés non seulement pour la production de l'ozone, mais encore pour toutes les opérations, combinaisons ou décompositions de gaz qui nécessitent l'intervention de décharges électriques : par exemple, pour combiner l'azote et l'acétylène dans le but de former de l'acide cyanhydrique :

$$CH \equiv CH + 2Az = 2CAzH.$$

Cette opération est facile à réaliser en se servant de l'azote provenant de l'évaporation de l'air liquide, le résidu d'oxygène à peu près pur pouvant être avantageusement utilisé pour la production de l'ozone.

Les ozoneurs rotatifs des deux classes présentent chacun leurs avantages.

Les premiers sont très simples ; l'isolement de la partie mobile ne présente aucune difficulté ; leur emploi est sans danger par suite de la mise à la terre de toute la carcasse extérieure.

Dans les seconds, toutes les portions travaillant à haut potentiel sont fixes. Leur principal avantage, c'est qu'ils permettent un réglage plus facile de l'équidistance des électrodes.

Les uns et les autres fonctionnent très bien et donnent d'excellents résultats.

L'industrie de l'ozone pénètre, grâce à eux, dans une voie nouvelle.

CHAPITRE II

Dosage de l'ozone.

Les méthodes proposées jusqu'à ce jour pour le dosage de l'ozone étaient uniquement basées sur les propriétés oxydantes de ce gaz. Je les ai perfectionnées et j'en ai imaginé d'autres.

Ce sont les suivantes:

1° Méthode à l'iodure de potassium,
2° Méthode volumétrique,
3° Méthode optique,
4° Méthode baroscopique.

Schœnbein déterminait quantitativement l'ozone en agitant avec de la teinture d'indigo, la masse d'air ou d'oxygène ozonée qu'il voulait analyser. Il employait une solution d'indigo préparée de telle sorte que 10 *g* étaient décolorés par 1 *mg* d'ozone.

Bunsen avait indiqué une méthode générale pour le dosage des matières oxydantes. Elle était basée sur la mise en liberté de l'iode d'une solution d'iodure de potassium et sur le dosage de l'iode libre par une solution très étendue d'acide sulfureux (0,03 à 0,04 0/0).

Bunsen proposa d'appliquer cette méthode au dosage de l'ozone. Mais l'expérience en démontre l'impossibilité. En effet, lorsqu'on fait passer un courant d'oxygène ozoné dans une solution d'iodure de potassium, on constate que l'iode est oxydé au fur et à mesure de sa mise en liberté et qu'il s'unit à la potasse résultant de la décomposition de l'iodure, pour former de l'iodate et des périodates de potassium.

Houzeau a modifié la méthode de Bunsen en opérant l'absorption de l'ozone par l'iodure de potassium en présence d'un acide titré en excès.

Dans 10 cm^3 d'eau pure contenant 0,0061 *g* d'acide sulfurique monohydraté, capable de saturer 0,0059 *g* de potasse équivalent à 0,001 *g* d'ozone, on ajoute 1 cm^3 d'une dissolution d'iodure de potassium renfermant un maximum de 0,02 *g* d'iodure.

Le mélange est introduit dans un tube de Will, et l'on y fait barboter le courant de gaz ozoné à analyser.

L'oxydation terminée, on élimine, par une ébullition de quelques minutes, l'iode libre. L'évaluation de la potasse produite

se fait en ajoutant à la liqueur oxydée un peu de tournesol et en neutralisant l'acide sulfurique restant par une solution titrée.

Thénard a préconisé l'emploi de l'acide arsénieux, comme corps oxydable. On introduit l'oxygène ozoné que l'on veut analyser dans un flacon jaugé et l'on y verse un volume déterminé d'une dissolution chlorhydrique d'acide arsénieux; on agite énergiquement le flacon, on ajoute à la dissolution arsénieuse 30 cm^3 d'acide sulfurique au centième, et l'on titre l'acide arsénieux restant au moyen d'une liqueur de permanganate de potasse. L'emploi de cette méthode doit être rejeté, car l'absorption de l'ozone par l'acide arsénieux se fait très mal, ainsi qu'ont pu le constater M. Berthelot et M. Soret.

J'effectue, en général, mes dosages d'ozone dans les conditions suivantes :

1° Avec des masses gazeuses considérables peu riches en ozone, en oxydant l'iodure de potassium en solution aqueuse acidulée, et dosant la quantité d'iode mise en liberté au moyen d'une liqueur titrée d'hyposulfite de sodium.

2° Avec de faibles masses très riches en ozone, soit en appliquant le procédé précédent en vase clos, soit en utilisant une des méthodes physiques indiquées plus loin.

I. — Dosage de l'ozone par l'iodure de potassium.

L'ozone réagit sur l'iodure de potassium en solution aqueuse de la manière suivante :

$$2KI + O^3 + HOH = 2KOH + I^2 + O^2$$

Comme je l'ai dit plus haut, l'iode se combine presque immédiatement à la potasse pour donner de l'iodate et des périodates de potassium.

Si l'on a soin d'opérer en présence d'un excès d'acide sulfurique, la potasse est absorbée et l'iode reste en état de liberté.

Mais l'emploi de l'acide sulfurique trop concentré décomposant facilement l'iodure de potassium peut fausser les résultats des dosages.

Aussi ai-je fait, avant d'appliquer ce procédé, une série d'expériences en vue de déterminer exactement la quantité minimum d'acide nécessaire pour que l'iode soit intégralement précipité.

En présence de l'acide sulfurique, la réaction pouvait se passer de deux manières :

$$1^{o}\ 2KI + O^{3} + SO^{2}\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} = SO^{2}\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix} + I^{2} + O^{2} + H^{2}O$$

$$2^{o}\ 2KI + O^{3} + 2SO^{3}\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} = 2SO^{2}\begin{matrix}OK\\OH\end{matrix} + I^{2} + O^{2} + H^{2}O$$

Dans le premier cas, il y a formation de sulfate neutre de potassium, dans le second cas, formation de sulfate acide.

Pour 166 *g* d'iodure de potassium, il fallait donc employer soit 49 *g*, soit 98 *g* d'acide sulfurique.

Or, si l'on fait réagir l'ozone sur une solution aqueuse contenant 4,9 *g* d'acide sulfurique et 16,6 *g* d'iodure de potassium par litre, on constate des phénomènes analogues à ceux qui se produisent lorsqu'on opère sur une solution neutre d'iodure de potassium : la liqueur se colore d'abord en rose par suite de la mise en liberté d'iode, l'intensité de la coloration passe par un maximum, puis s'annule complètement sans qu'une trace d'iode soit précipitée.

Si l'ozone réagit au contraire sur une solution aqueuse contenant 9,8 *g* d'acide sulfurique et 16,9 *g* d'iodure de potassium par litre, la réaction dominante est celle de l'acide sulfurique et tout l'iode est précipité.

Le premier oxhydrile de l'acide sulfurique a donc pour le potassium une affinité plus forte que le second. Cette affinité est d'un ordre de grandeur plus élevé que l'affinité de l'iode pour le potassium, tandis que c'est le phénomène inverse qui a lieu en ce qui concerne le second oxhydrile.

J'ai vérifié le fait de la manière suivante : dans un flacon contenant 4,15 *g* d'iodure de potassium chimiquement pur et 2,45 *g* d'acide sulfurique dissous dans 250 cm^{3} d'eau distillée, j'ai fait passer un courant d'oxygène ozoné, jusqu'à ce que la liqueur entièrement éclaircie ne précipité plus d'iode. Le précipité, soigneusement recueilli et séché, a été pesé. Voici les résultats que j'ai trouvés :

		I. Calculé.	I. Trouvé.
Iodure de potassium....	4,15 *g*	3,17 *g*	3,164 *g*

Il suffit donc, pour éviter toute formation d'iodate ou de periodate alcalin, d'ajouter à la solution iodurée la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour qu'un seul oxhydrile soit saturé par le potassium mis en liberté.

Dispositif expérimental. — Lorsqu'on opère sur de grandes masses gazeuses avec de l'ozone relativement peu concentré,

quand il s'agit par exemple de doser la quantité totale d'ozone fournie par un ozoneur rotatif, débitant plusieurs centaines de litres à l'heure, le dispositif le plus simple consiste à employer une série de flacons barboteurs contenant la solution acide d'iodure de potassium.

L'ozone attaque le caoutchouc avec une extrême violence; le liège, quoique résistant mieux, est attaqué.

Il faut donc, autant que possible, n'employer aucun de ces deux corps dans le montage des barboteurs; cependant des connexions en tubes de caoutchouc, suiffés intérieurement, résistent un peu mieux et l'on peut, dans certains cas, en tirer parti. J'utilise de préférence des flacons laveurs bouchés à l'émeri et munis, pour les connexions, de doubles joints au mercure.

Quand on ne dépasse pas un débit de 500 *l* à l'heure, cinq flacons barboteurs de 1 *l* de capacité dans chacun desquels se trouvent 180 cm^3 environ, d'une solution de 9,8 *g* d'acide sulfurique et 16,6 *g* d'iodure de potassium dans un litre d'eau distillée, suffisent pour retenir tout l'ozone.

On le constate du reste au moyen d'un flacon témoin contenant soit une solution de sulfate d'indigo que décolore l'ozone, soit une solution d'iodure de potassium amidonné qui bleuit à son contact.

Un compteur à gaz placé à la suite des barboteurs indique le nombre de litres qui passent.

Manuel opératoire. — L'appareil étant ainsi disposé, on y fait circuler le courant d'air ou d'oxygène ozoné que l'on veut analyser.

On réunit ensuite le contenu de tous les barboteurs : l'iode mis en liberté par l'ozone se dissout dans l'excès d'iodure de potassium non décomposé.

On rince soigneusement les barboteurs, on amène à 1 *l* le volume de la liqueur d'iode, et l'on dose sur 10 cm^3 l'iode libre au moyen d'une solution d'hyposulfite de sodium. Le résultat obtenu, multiplié par 100, donne l'iode total.

Pour éviter tout calcul, j'emploie une solution d'hyposulfite de sodium dont 1 cm^3 correspond exactement à 1 *mmg* d'ozone.

La réaction de l'hyposulfite de sodium sur l'iode peut s'exprimer de la manière suivante :

$$2SO^2\begin{matrix}ONa\\SNa\end{matrix} + I^2 = 2NaI + \begin{matrix}SO^2\\SO^2\end{matrix}\!\!>\!S^2\begin{matrix}ONa\\ONa\end{matrix}$$

158 *g* d'hyposulfite de sodium correspondent donc à 127 *g* d'iode. Or on sait que dans l'action de l'ozone sur l'iodure de potassium, un tiers seulement de la molécule réagit, les deux autres tiers étant simplement ramenés à l'état d'oxygène ordinaire; autrement dit, il faut 24 *g* d'ozone pour mettre en liberté 127 *g* d'iode.

L'entrée, en réaction, de 158 *g* d'hyposulfite de sodium, correspond donc à la destruction de 24 *g* d'ozone.

1 cm^3 d'une solution contenant par litre :

$$\frac{128}{24} = 6{,}583\ g$$

d'hyposulfite de sodium pur équivaudra à 1 *mg* d'ozone.

La solution titrée d'hyposulfite de sodium étant introduite dans une burette graduée, on la verse dans la liqueur d'iode jusqu'à décoloration complète.

Mon procédé est susceptible d'une très grande précision.

Comme il est facile de lire des dixièmes de centimètre cube, on peut faire aisément des dosages d'ozone à un dixième de milligramme près.

Destruction de l'ozone en vase clos. — Si l'on veut faire des dosages d'ozone très concentré, la méthode que je viens d'indiquer n'est plus applicable.

L'ozone concentré réagissant sur une solution acide d'iodure de potassium dégage, en effet, d'abondantes vapeurs blanches dont la composition n'est pas définie, mais qui ne sont probablement qu'un peroxyde d'hydrogène.

Ces vapeurs, qui se forment au détriment de l'ozone, diminuent évidemment la quantité d'iode mis en liberté et faussent dans de grandes proportions les résultats de l'analyse.

On évite cette cause d'erreur en opérant en vase clos et en agitant la solution iodurée et la masse gazeuse ozonée, jusqu'à ce que les vapeurs blanches soient complètement détruites et absorbées.

II. — Méthode volumétrique.

L'ozone soumis à une température de 250° se décompose et redevient oxygène comme l'indique la réaction suivante :

$$\underbrace{2(O=O=O)}_{\text{2 volumes.}} = \underbrace{3(O=O)}_{\text{3 volumes.}}$$

L'augmentation de volume que subit une masse gazeuse ozonée lorsqu'on la ramène dans les conditions initiales, après l'avoir soumise à une température élevée, est donc la moitié du volume précédemment occupé par l'ozone.

C'est sur ce principe qu'est basé le fonctionnement des appareils que j'ai établis pour le dosage volumétrique de l'ozone.

Je ne décrirai que le plus simple.

Appareil. — Il se compose *(fig. 9)*, d'un manchon en verre A fermé à une extrémité et portant à l'autre un tube gradué B

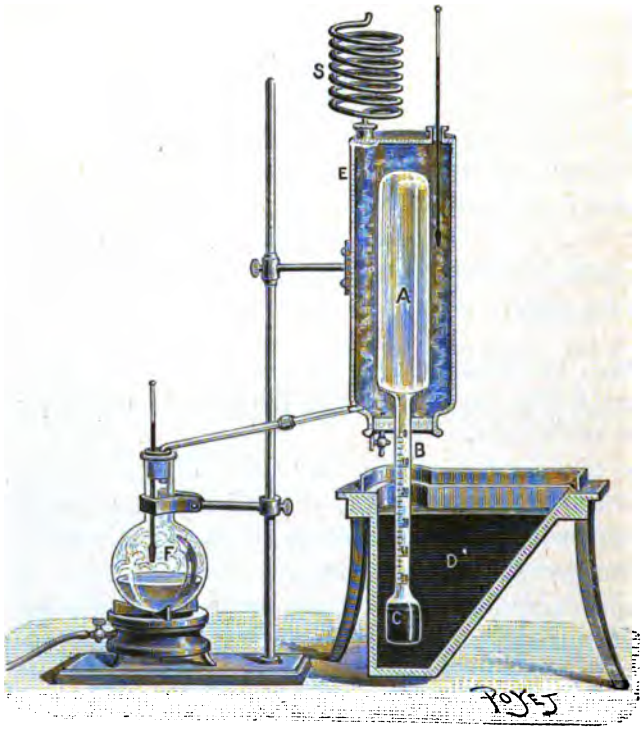


Fig. 9. — Appareil pour le dosage volumétrique de l'ozone.

divisé en dixième de centimètre cube; une petite cloche C termine le tube B et permet à la masse gazeuse contenue dans le manchon de se dilater librement Un cylindre en cuivre F, muni d'un thermomètre, d'un serpentin réfrigérant S et formant à volonté bain de vapeur ou bain d'eau, enveloppe le manchon. Une cuve à mercure D et un ballon F à moitié rempli de benzoate d'amyle (point d'ébullition 261°) complètent l'appareil.

Manuel opératoire. — Le récipient A, après avoir été soigneusement lavé et séché, est rempli, par déplacement de l'air qu'il contient, de l'oxygène ozoné que l'on veut analyser.

On le porte alors sur la cuve à mercure. Le cylindre E étant rempli d'eau dont un thermomètre permet de connaître la température, on aspire le contenu du manchon jusqu'à faire affleurer le mercure au trait O.

On vide ensuite le cylindre E et l'on y fait arriver, au moyen du ballon F un courant de vapeur de benzoate d'amyle. Au bout d'un quart d'heure, l'ozone contenu dans le manchon est complètement détruit.

On laisse refroidir l'appareil, puis on remet de l'eau dans le cylindre E.

La masse gazeuse étant ramenée dans les conditions initiales, on constate que son volume a augmenté d'une quantité v, qu'on lit sur l'éprouvette B.

Soient :

V le volume initial de l'oxygène ozoné, à la pression H_1 et à la température t_1 ;

$V + v$, le volume, après décomposition de l'ozone, à la pression H_2 et à la température t_2.

Le volume v_0 de l'ozone contenu dans le gaz analysé, à 0° et sous 760 *mm*, sera :

$$v_0 = 2\left[\left(\frac{V+v}{1+0{,}00375\,t_2}\right)\frac{H_2}{760} - \left(\frac{V}{1+0{,}00375\,t_1}\right)\frac{H_1}{760}\right],$$

et son poids : $p = v_0 \times 1{,}6584 \times 0{,}001293.$

III. — Méthode optique.

L'ozone vu sous une certaine épaisseur est bleu. Toutes choses égales d'ailleurs, l'intensité de la coloration est fonction de la teneur en ozone du mélange gazeux que l'on examine.

Supposons que nous ayons établi une échelle de teintes indiquant à quelle teneur en ozone correspond une intensité de coloration déterminée, pour un tube ou une série de tubes de même longueur l, soumis à la température t et à la pression H.

Pour déterminer la teneur en ozone d'un gaz contenu dans un tube ou une série de tubes de même longueur, soumis à la même température et à la même pression, il nous suffira de ramener,

à l'aide d'un dispositif approprié, la coloration observée à une des colorations de l'échelle des teintes : par simple lecture, nous déduirons la teneur en ozone du gaz étudié.

Tel est le principe de la méthode optique.

Appareil. — L'appareil qui permet de l'appliquer est constitué par une série de tubes T_1, T_2, t_1, t_2, T'_1, T'_2, divisés chacun en deux parties par des cloisons médianes M_1, m, M_2.

J'indique deux de ces tubes en coupe dans le dessin ci-contre (*fig. 10*).

Dans la moitié de chaque tube T_1, t_1, T'_1, circule le gaz ozoné à analyser. L'autre moitié est remplie d'air seulement. Les tubes sont fermés par des glaces X, X'.

L'air ozoné arrive dans le tube T'_1, par la tubulure E vue en élévation latérale (*fig. 10*, II), et il sort par la tubulure S fixée sur le tube T'_1. Un thermomètre *a* fixé sur le devant de l'appareil et un manomètre M branché sur la conduite d'admission de l'air ozoné indiquent la température et la pression du gaz à analyser.

Un système de deux prismes en verre, colorés en bleu p_1, p_2, à faces extérieures parallèles et pouvant glisser l'un sur l'autre, constitue l'échelle des teintes (*fig. 10*, I*a*, I*b*) ; ces prismes forment en réalité une lame d'épaisseur variable.

Ils se manœuvrent à l'aide d'une tige filetée F, portant des filets orientés en sens contraire et commandés par la virole V_2.

Les rayons lumineux émis par une source disposée sous la glace, traversent, d'une part l'atmosphère ozonée contenue dans les compartiments T_1, T'_1, d'autre part la couche d'air contenue dans les compartiments T_2, T'_2.

Le prisme à réflexion totale *p*, qui coiffe la branche horizontale des tubes et le miroir N disposés à la partie inférieure sous la glace X_1, renvoient les images observées dans le champ d'une lunette L que la virole V_1 permet de mettre au point.

Les flèches indiquent le trajet des faisceaux lumineux. On voit dans la coupe que le bi-prisme est interposé sur le faisceau ayant traversé les compartiments contenant l'air pur.

Le prisme p_1 porte un vernier *v* qui se meut devant une échelle *e*, qui porte une graduation indiquant, en milligrammes d'ozone par litre d'air à 0° et sous une pression de 760 *mm*, la teneur en ozone du mélange gazeux soumis à l'analyse. Une table jointe à l'appareil permet de faire aisément les corrections de pression et de température.

Mode opératoire. — J'indique *(fig. 11)* ce que l'œil perçoit dans le champ de la lunette :

1° Quand il n'y a pas d'ozone dans l'appareil, le demi-cercle

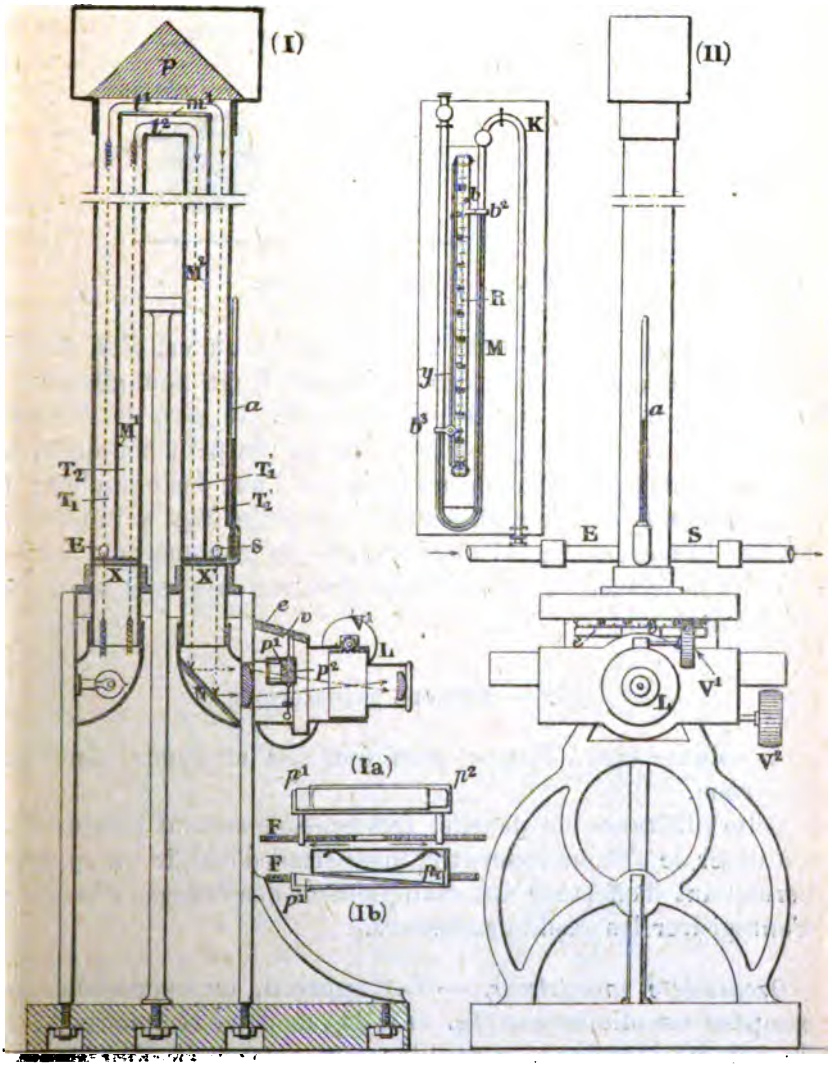


Fig. 10. — Appareil pour les analyses colorimétriques.

inférieur A est légèrement coloré en bleu par suite de l'interposition du bi-prisme sur une portion du faisceau ;

2° Quand l'air ozoné pénètre dans les tubes T_1, T'_1, la partie

supérieure du demi-cercle O prend une teinte bleue qui diffère de celle de la partie inférieure.

3° En manœuvrant la virole V_2, on fait varier l'épaisseur du bi-prisme qui donne la coloration à la partie inférieure. Quand les deux teintes sont égales, il suffit de lire sur l'échelle graduée *e*, à l'aide du vernier *v*, le résultat de l'expérience.

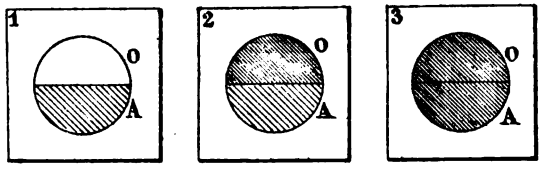


FIG. 11. — Champ de la lunette.

Le manomètre M présente une disposition qui est d'un certain intérêt. Il est muni d'une échelle mobile R qui peut glisser sur deux rouleaux fixés sur la planchette K. Au zéro de l'échelle correspond un index b_2 : en pressant sur un petit bouton *b*, on amène l'index au niveau du mercure sur l'une des branches ; un autre index b_3 qui peut glisser sur une petite tige *y* indique le niveau du mercure dans l'autre branche du manomètre et permet de faire la lecture de la différence des hauteurs avec beaucoup de facilité.

IV. — MÉTHODE BAROSCOPIQUE.

A volume égal, l'ozone pèse une fois et demie plus que l'oxygène.

Cette différence de densité, très sensible surtout lorsque l'on a à doser de l'ozone concentré, m'a permis d'établir un appareil permettant d'effectuer automatiquement des dosages d'ozone et d'enregistrer les résultats obtenus.

Ozonomètre enregistreur. — Cet appareil, ou ozonomètre, se compose essentiellement *(fig. 11 et 12)*, de deux récipients C_1, C_2, de volume identique, suspendus aux extrémités d'un fléau F que supporte une fourche S.

Le récipient C_1 est hermétiquement fermé ; il est muni d'un style à pointe sèche Y, se déplaçant devant une feuille de papier quadrillé fixée sur un cylindre mobile I qu'anime un mouvement d'horlogerie H : c'est le cylindre compensateur. Il est plongé

dans la même atmosphère que le cylindre C_2. Les variations de poussée provoquées par les changements de pression et de tem-

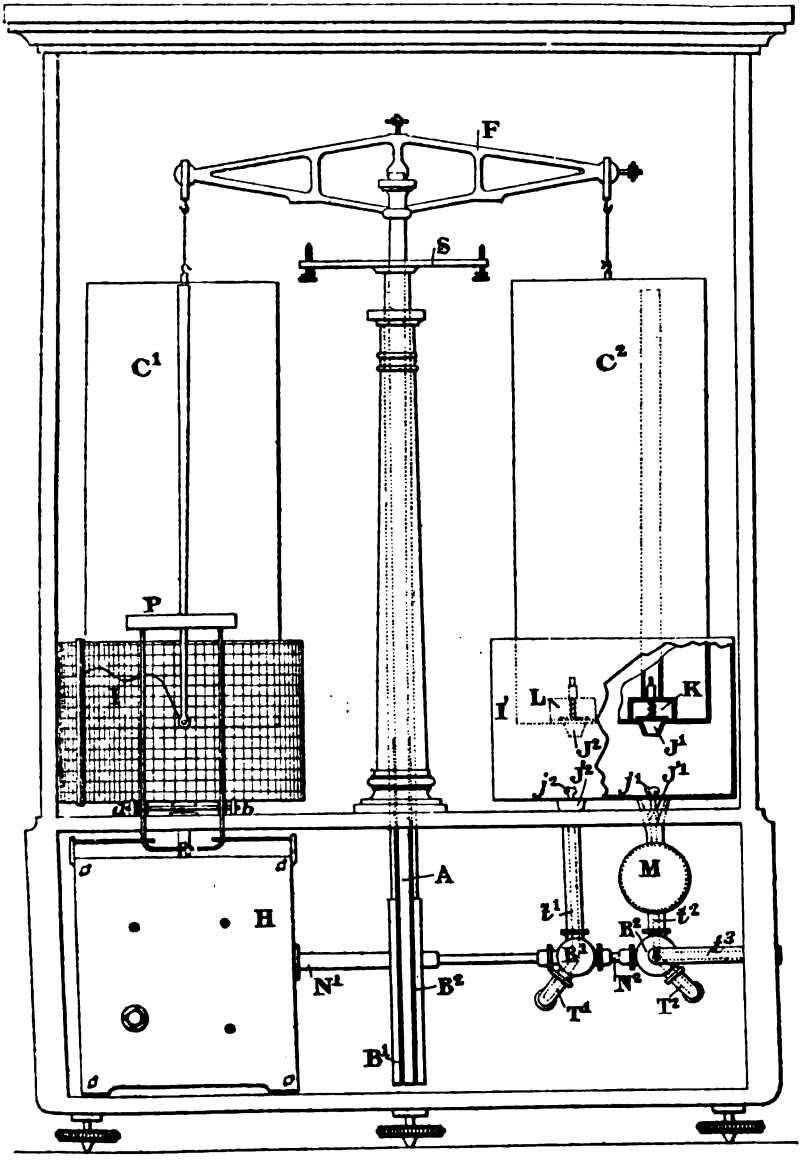


Fig. 12. — Ozonomètre enregistreur.

pérature que subissent ces deux cylindres s'annulent, car elles sont constamment égales et de signes contraires.

Le cylindre C_2 est muni à sa partie inférieure de deux ouvertures à soupape K et L. A l'ouverture K est adapté un tube qui se prolonge jusqu'à la partie supérieure du cylindre ; deux paires de joints coniques J_1, J'_1, J_2, J'_2 permettent, quand le fléau F est abaissé, d'introduire, à l'aide de tubes t_1, t_2, dans le récipient C_2, le mélange gazeux dont on veut connaître la teneur en ozone. Deux pièces j^1, j^2, servent à soulever les soupapes K et L.

Les tubes t^1, t^2 sont reliés aux tubes d'entrée T_1 et de sortie T_2 par l'intermédiaire des robinets R_1, R_2.

Ces robinets sont commandés par le mouvement d'horlogerie H à l'aide d'une tige N_1, N_2, sur laquelle sont fixées les trois cames A, B_1, B_2.

Les inscriptions sur le cylindre enregistreur T se font périodiquement à l'aide d'un pressoir P mobile autour d'un axe *ab* qu'anime un doigt D. Ce dernier est commandé par un mouvement d'horlogerie et forme, en quelque sorte, un balancier qui vient à des intervalles de temps déterminés (par exemple, toutes les trois minutes), frapper la barrette inférieure qui supporte le pressoir P. Ce choc a pour effet d'amener le pressoir P à rapprocher le style du cylindre enregistreur sur lequel il laisse une inscription.

Cela posé, voici quel est le fonctionnement de l'appareil.

Fonctionnement. — L'appareil est réglé de telle sorte que, lorsque le cylindre C_2 est plein d'oxygène pur à 0° et sous 760 *mm* de pression, la pointe du style se trouve au niveau du trait marqué 0 sur le cylindre enregistreur.

Le profil des cames est clairement indiqué dans la figure 13.

Soit X un point quelconque commun aux cames A, B_1, B_2 : par suite du mouvement communiqué aux cames par le mouvement d'horlogerie, ce point va décrire un cercle. Prenons comme origine des temps le moment où X est en Z_1 (*fig. 14*).

Le fléau F et son support S sont au bas de leur course ; le cylindre C_2 repose sur le fond du cylindre I qui est disposé pour agir comme amortisseur ; les joints J_1, J_2 sont en connexion avec les joints J'_1, J'_2 ; les soupapes K et L sont ouvertes. Les cames et les robinets occupent les positions que je montre en coupe à gauche de Z_1.

L'oxygène ozoné arrivant par le robinet R_1 pénètre dans le cylindre C_2, suit le trajet indiqué par les flèches, et sort par la tubulure T_2 fixée sur le robinet R_2.

Le mouvement d'horlogerie conserve le système une minute environ dans cette position, c'est-à-dire qu'il maintient les

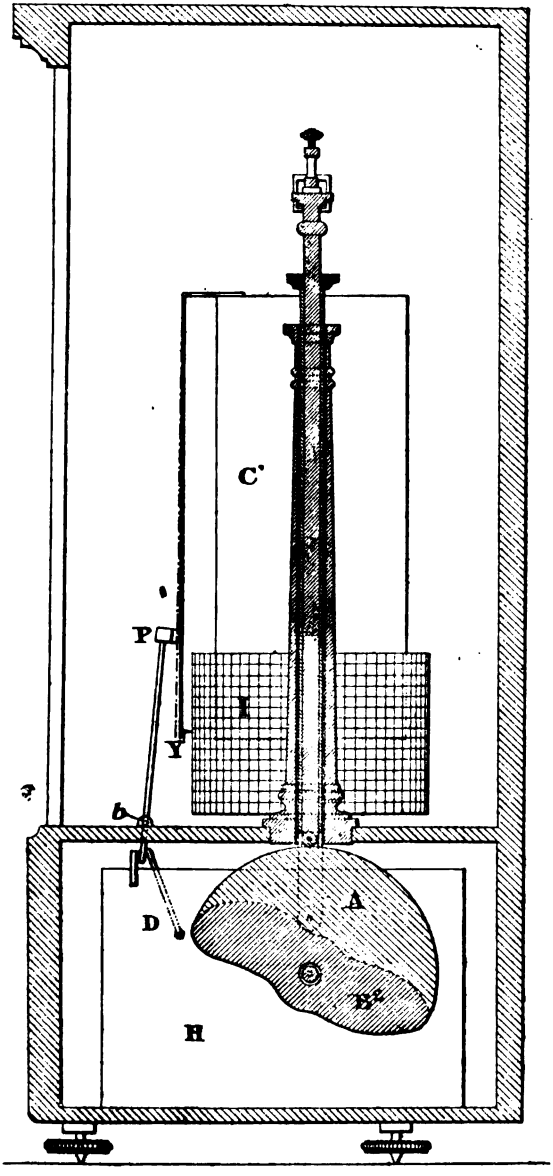


Fig. 13. — Profil des cames et fonctionnement du style enregistreur.

robinets ouverts assez longtemps pour que la masse gazeuse contenue dans le cylindre ait le temps de se renouveler com-

plètement; le gaz pénétrant par la soupape L, chasse le gaz qui remplissait précédemment le cylindre C_2 et qui s'échappe pendant le renouvellement par la soupape K.

Le remplissage terminé, l'axe N_1 N_2 continue son mouvement

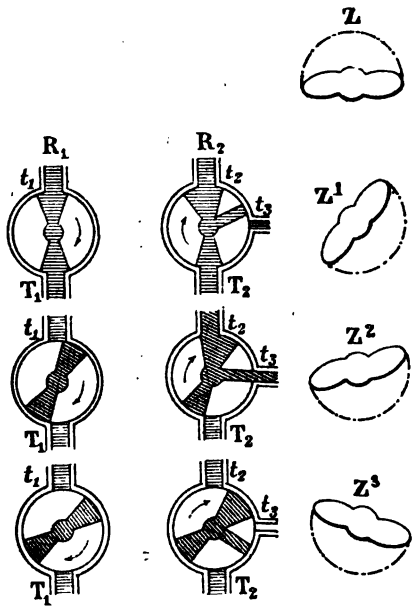


FIG. 14. — Schéma montrant les positions relatives des cames et des robinets.

de rotation; lorsque X est en Z_2 (*fig. 14*) le robinet R_2 établit, pendant un temps très court, une communication avec la masse gazeuse contenue dans le récipient C_2 et l'atmosphère. On est ainsi certain que le gaz à analyser est bien à la pression atmosphérique au moment de l'expérience. Cette pression peut, du reste, être donnée par un baromètre enregistreur. M est un réservoir de sûreté qui empêche l'air de pénétrer dans le cylindre C_2 lorsque la pression atmosphérique est plus élevée que celle du cylindre. On peut avoir directement la pression du gaz en branchant un manomètre sur la conduite qui l'amène. Un thermomètre monté sur la même conduite indiquera sa température.

Quand X arrive en Z_3, les robinets R_1 et R_2 sont fermés et, par suite de l'obliquité de la disposition des tubes T_1, T_2, ils ne se rouvriront de nouveau, pour recommencer la série d'opérations que je viens de décrire, que lorsque X reviendra en Z_1.

X dépassant Z_3, les cames soulèvent le fléau et son support. Mais les cames B_1 B_2 laissent bientôt retomber le support S qui dégage alors le fléau F.

Le mouvement d'horlogerie arrête les cames une minute environ. Le système mobile prend alors une position d'équilibre qui est fonction de la teneur en ozone du gaz contenu dans le cylindre C_2.

Quand l'équilibre est établi, le doigt D fait osciller le pressoir P qui vient presser sur le style Y; ce dernier inscrit à la température et à la pression de l'expérience, sans qu'on ait aucune correction à faire pour les variations de poussée que subit le cylindre C_2, par suite des changements de pression et de température, la teneur en ozone du gaz à analyser.

Des tables jointes à l'appareil permettent aisément de ramener à 0° et à la pression de 760 *mm* les lectures faites, si cela est nécessaire. On peut même faire automatiquement ces corrections à l'aide de cavaliers mobiles supportés par le fléau et déplacés respectivement par les tiges à leviers d'un thermomètre et d'un baromètre métallique. Le plus simple, quand on veut avoir des résultats absolument comparables, est d'introduire dans le cylindre C_2 une masse gazeuse préalablement amenée à la température de 0° et sous la pression de 760 *mm*.

Quoi qu'il en soit, l'inscription une fois faite, les cames continuent leur mouvement de rotation; le support S vient s'appliquer sous le fléau F, tous deux descendent, Les connexions s'établissent entre les joints J_1, J_2, J_1', J_2', les robinets s'ouvrent de nouveau et la série des opérations que je viens de décrire recommence.

Un cycle complet s'accomplit en trois minutes; on a donc sur le cylindre enregistreur vingt inscriptions par heure, ce qui donne une courbe presque ininterrompue.

L'appareil que je viens de décrire peut être modifié de manière à fonctionner comme un simple baroscope. Il suffit d'ouvrir le cylindre C_1 et de laisser clos le cylindre C_2. Si l'on plonge un pareil système dans un mélange d'oxygène et d'ozone, le cylindre C_2 éprouvera une poussée qui sera fonction de la teneur en ozone du mélange gazeux. Mais cette poussée sera fonction également de la pression et de la température et si l'on veut avoir des indications comparables, il sera nécessaire d'assurer la constance de ces deux éléments.

Ainsi qu'on le voit, les moyens de doser l'ozone sont nombreux et variés.

Dans la pratique industrielle, on doit donner, à mon avis, la préférence à la méthode basée sur l'emploi de l'iodure de potassium. Elle est d'une application facile, et nécessite un matériel très peu dispendieux. En faisant deux dosages par jour et en utilisant en outre le compteur enregistreur que je décrirai plus loin, on aura des indications très précises sur la marche d'une usine ou d'un groupe d'ozoneurs.

Ce mode opératoire est du reste celui qui est suivi a l'usine de la Compagnie de l'Ozone, à Paris, et dans diverses autres installations où fonctionnent nos appareils, en particulier à l'usine de la Société des Parfums du littoral et dans les services de l'Assistance publique de Paris, à l'hôpital Boucicaut.

CHAPITRE III

Épuration et stérilisation des Eaux.

Les eaux, dont Thalès avait fait le principe de toutes choses, jouent un rôle considérable dans l'alimentation. « Une ville paie au choléra et à la fièvre typhoïde le tribut que lui impose l'impureté de ses eaux, a écrit le Professeur Brouardel. »

Pour qu'une eau soit potable, il faut qu'elle présente, non seulement certaines qualités indispensables au point de vue chimique, c'est-à-dire au point de vue des matières qu'elle peut tenir en dissolution ou en suspension, mais encore au point de vue bactériologique, c'est-à-dire en ce qui touche plus particulièrement les germes dont elle est le véhicule et qui s'y développent souvent à l'infini.

Les éléments que l'on rencontre en général dans les eaux potables sont outre l'air et l'acide carbonique, des sels calcaires, magnésiens et alcalins, de la silice et des matières organiques.

Analyse minérale. — Pendant longtemps on s'est contenté d'examiner les eaux au point de vue de leur teneur en sels et en matières organiques, sans se préoccuper de la nature exacte de ces dernières.

La méthode la plus couramment employée pour l'examen des qualités minérales d'une eau, est la méthode hydrotimétrique :

elle repose, on le sait, sur la réaction qui a lieu entre une solution de savon et les sels calcaires et magnésiens tenus en dissolution dans l'eau. Ces derniers donnent, avec l'acide gras du savon, un précipité de savon calcaire ou magnésien insoluble. Les résultats obtenus par cette méthode s'expriment en degrés hydrotimétriques. Voici, pour quelques eaux, l'indication moyenne de ce degré :

Eau distillée	0°
Eau de neige	2°5
— de pluie	3°5
— de la Loire	5°5
— du Rhône.	15°
— de la Seine	17°
— de la Vanne.	17° à 20°
— de la Marne.	23°
— de la Dhuis.	24°
— de l'Ourcq	30°
— de Belleville	128°

Au-dessous de 30° les eaux sont réputées excellentes pour la boisson, le blanchissage et la cuisson des légumes.

De 30° à 60°, elles sont impropres aux usages domestiques et peuvent à peine être consommées ou servir dans les appareils à vapeur.

Au-dessus de 60°, elles sont impropres à tous les usages industriels.

Analyse organique. — Une eau peut être reconnue excellente au point de vue hydrotimétrique, mais cependant, porter en elle des germes d'infection et de mort.

A côté de l'élément minéral, se trouve en effet, la matière organique ou organisée.

La matière organique se dose en général, en chauffant l'eau à analyser avec un peu d'acide sulfurique et en y ajoutant une solution faible de permanganate de potassium titrée à l'acide oxalique. Le volume de celui-ci correspond à une certaine quantité d'acide oxalique.

Au laboratoire municipal de Paris, si la quantité des matières organiques contenue dans 1 *l* d'eau, exprimée en acide oxalique, dépasse 15 *mg*, l'eau est considérée comme impropre à la consommation.

MM. Pouchet et Bonjean qui ont fait des études très complètes sur les eaux, conseillent de doser les matières organiques concurremment en solution acide et en solution alcaline. On peut tirer de précieuses indications de la comparaison des résultats obtenus.

Analyse bactériologique. — Ce dosage de la matière organique, assez imparfait en lui-même, devient absolument insuffisant quand il s'agit de matières organisées.

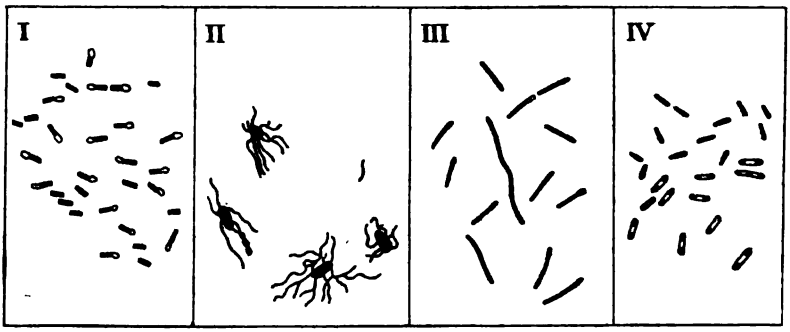


FIG. 15. — Bacilles de la fièvre typhoïde.

(I) *Bacille typhique* avec spores (d'après Chantemesse et Vidal). — (II) *Bacille typhique* avec cils vibratiles (d'après Macé). — (III) *Bacille typhique* d'une culture sur pomme de terre. — (IV) *Bacille typhique* dans les cultures.

Il ne suffit plus en effet, dans ce cas, de savoir le nombre de milligrammes d'oxygène qu'on a dû employer pour faire l'analyse, il faut encore connaître la nature exacte et les propriétés des germes en présence desquels on se trouve. Sont-ils pathogènes ou simplement inoffensifs?

S'ils sont pathogènes, comme le *Bacille typhique* ou le *Coli commune*, l'eau doit être rejetée impitoyablement.

S'ils ne le sont pas, on peut en absorber impunément un nombre considérable.

« Le but que doit poursuivre le micrographe dans les analyses bactériologiques de l'eau, dit le savant docteur Miquel, est sans contredit la découverte des organismes pathogènes, c'est-à-dire des espèces dangereuses pour l'homme et les animaux domestiques qui l'aident de leurs forces musculaires ou le nourrissent de leur chair. »

A côté du *Bacterium coli commune* et du *Bacille d'Eberth*, qui sont

indiscutablement les plus redoutables et les plus répandus dans les eaux, on rencontre quelquefois dans ces dernières le *Spirillum cholerae asiaticae*, le *Bacille du tétanos* et le *Bacillus anthracis*.

Des milliers d'autres espèces croissent à côté de celle-là, les unes vivantes, ayant leurs caractères propres et leurs propriétés spéciales. Les autres appartenant à un degré inférieur, se développant comme des champignons.

Parmi les bactéries de la première espèce, je dois citer en première ligne le *B. subtilis*, dont les cellules sont douées d'une énergie vitale considérable, le *B. cloaquae* qu'on trouve dans les eaux d'égouts, le *B. ramosus*, qu'on rencontre fréquemment dans l'eau de rivière et de fontaine, etc. Le *B. liquidus* qui est très fréquent, le *B. mesentericus vulgatus*, qu'on rencontre dans les eaux de la Vanne et de la Seine.

Les organismes végétaux qui appartiennent à la deuxième catégorie sont surtout composés d'algues vertes ou bleues, de diatomées aux très élégants squelettes et de mucédinées.

On rencontre souvent encore dans les eaux les bactéries filamenteuses; elles sont fréquentes dans les eaux résiduelles de fabriques de sucre, les eaux sulfureuses. Les crénothrix forment d'abondants dépôts dans les eaux ferrugineuses et bouchent parfois les conduites.

Dans les tableaux qui suivent et que je dois à l'obligeance du savant directeur du bureau d'hygiène de Nice, M. le professeur Balestre, se trouvent résumés les ravages causés par les germes infectieux dans les principales villes d'Europe et d'Amérique pour la période comprise de 1887 à 1896.

Le premier tableau indique le taux de mortalité générale pour 1 000 habitants.

Le second tableau fournit le taux de mortalité par fièvre typhoïde et gastro-entérite pour 1 000 habitants.

Dans le troisième figure le taux de mortalité par fièvre typhoïde et gastro-entérite pour 1 000 décès.

Ces tableaux, dressés avec le plus grand soin, ont été établis d'après les documents officiels publiés par le ministère de l'Intérieur.

Le tableau II est particulièrement intéressant. Il constitue en quelque sorte une liste des villes où il est urgent d'améliorer le régime des eaux. On y voit Paris figurer avec une moyenne malheureusement assez élevée.

Tableau I. — Mortalité générale.

Période de 1887 à 1896.

Taux pour 1000 habitants.

Numéro d'ordre villes étrangères	Numéro d'ordre villes françaises	Numéro d'ordre classement général	Nom des villes	Taux		
				Minimum	Maximum	Moyen (calculé sur dix ans)
1		1	Le Caire	32,324	52,142	45,493
2		2	Alexandrie	32,178	45,817	39,862
3		3	Madrid	27,743	42,973	36,683
4		4	Moscou	28,704	40,339	35,055
5		5	Lisbonne	28,750	35,921	32,684
	1	6	*Rouen*	*28,955*	*33,720*	*32,197*
	2	7	*Le Havre*	*27,263*	*35,100*	*31,310*
	3	8	*Brest*	*24,867*	*38,520*	*30,648*
6		9	Bucarest	26,708	34,068	30,257
7		10	Lemberg	26,240	34,429	29,998
8		11	Brünn	26,526	34,486	29,846
	4	12	*Marseille*	*26,478*	*32,490*	*28,212*
	5	13	*Montpellier*	*23,515*	*33,640*	*28,040*
	6	14	*Boulogne-sur-Seine*	*25,105*	*30,980*	*27,853*
9		15	Milan	21,094	34,504	27,850
	7	16	*Rennes*	*25,212*	*31,520*	*27,836*
10		17	Buda-Pesth	22,157	31,996	27,715
11		18	Saint-Pétersbourg	20,579	29,783	27,320
	8	19	*Caen*	*24,870*	*30,520*	*27,202*
12		20	Kœnisberg	24,994	28,627	27,177
13		21	Breslau	21,850	29,360	27,111
	9	22	*Avignon*	*24,140*	*31,260*	*27,071*
	10	23	*Levallois-Perret*	*21,486*	*29,290*	*26,946*
	11	24	*Troyes*	*23,997*	*33,260*	*26,937*
14		25	Munich	23,190	30,610	26,826
15		26	Dublin	24,532	29,780	26,803
	12	27	*Lorient*	*23,096*	*31,440*	*26,549*
	13	28	*Le Mans*	*22,880*	*30,101*	*26,300*

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
	14	29	*Béziers*	*22,144*	*30,740*	*26,254*
	15	30	*Cherbourg*	*24,280*	*29,118*	*26,140*
16		31	Preston	20,748	33,228	26,141
	16	32	*Cette*	*22,023*	*31,370*	*26,125*
17		33	Belfast	24,572	28,883	26,078
	17	34	*Angers*	*22,439*	*30,610*	*26,075*
	18	35	*Dunkerque*	*23,377*	*27,426*	*25,972*
	19	36	*Reims*	*21,828*	*30,060*	*25,776*
	20	37	*Saint-Denis*	*20,733*	*34,700*	*25,692*
18		38	Dantzig	22,520	27,670	26,605
	21	39	*Toulon*	*22,506*	*28,500*	*25,490*
19		40	Venise	20,574	30,766	25,488
	22	41	*Nantes*	*21,260*	*30,630*	*25,170*
	23	42	*Perpignan*	*22,105*	*30,460*	*25,092*
	24	43	*Lille*	*22,484*	*26,261*	*25,077*
20		44	Gênes	21,942	27,456	25,019
21		45	Liverpool	20,274	28,668	24,923
22		46	Florence	20,088	28,546	24,876
23		47	New-York	19,508	33,311	24,728
	25	48	*Toulouse*	*27,735*	*29,040*	*24,710*
	26	49	*Nîmes*	*21,005*	*27,790*	*24,531*
24		50	Manchester	19,830	28,570	24,314
25		51	Vienne	21,456	26,008	24,170
26		52	Boston	22,800	25,182	24,165
27		53	Salford	20,938	25,945	24,157
	27	54	*Limoges* *	*21,420*	*27,540*	*23,925*
28		55	Nuremberg	21,260	27,440	23,833
	28	56	*Boulogne-sur-Mer*	*21,410*	*28,630*	*23,729*
	29	57	*Tours*	*21,625*	*26,010*	*23,560*
	30	58	*Versailles*	*20,659*	*26,479*	*23,448*
29		59	Rome	17,060	29,104	23,212

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX MINIMUM	TAUX MAXIMUM	TAUX MOYEN (calculé sur dix ans)
30		60	Gand	18,221	26,539	23,175
31		61	Glascow	19,907	25,135	23,103
32		62	Strasbourg	21,040	26,200	23,092
33		63	Magdebourg	19,770	28,600	23,079
34		64	Hambourg	17,080	40,590	23,066
	31	65	*Nancy*	*20,652*	*25,476*	*23,046*
	32	66	*Orléans*	*20,660*	*24,780*	*23,017*
	33	67	*Saint-Étienne*	*17,680*	*25,980*	*22,969*
	34	68	*Besançon*	*20,081*	*25,820*	*22,878*
	35	69	*Calais*	*20,214*	*23,621*	*22,810*
	36	70	*Amiens*	*20,342*	*23,234*	*22,750*
	37	71	*Bordeaux*	*20,158*	*25,240*	*22,700*
	38	72	*Roanne*	*19,678*	*26,000*	*22,630*
	39	73	*Tourcoing*	*18,951*	*27,520*	*22,571*
	40	74	*Grenoble*	*18,963*	*27,070*	*22,452*
	41	75	*Clermont-Ferrand*	*19,197*	*24,870*	*22,429*
35		76	Berlin	17,560	28,980	21,971
	42	77	*Roubaix*	*18,903*	*25,109*	*21,890*
36		78	Bolton	18,740	24,002	21,841
	43	79	*Paris*	*19,063*	*23,360*	*21,770*
37		80	Turin	16,373	24,972	21,656
38		81	Sheffield	17,716	24,913	21,370
	44	82	*Angoulême*	*18,046*	*24,350*	*21,311*
39		83	Dresde	19,280	23,920	21,301
40		84	Berne	19,558	23,953	21,234
	45	85	*Dijon*	*18,763*	*22,765*	*21,230*
	46	86	*Poitiers*	*17,702*	*24,590*	*21,206*
	47	87	*Saint-Quentin*	*19,213*	*24,330*	*21,223*
	48	88	*Lyon*	*18,587*	*23,220*	*21,179*
41		89	Anvers	16,341	28,398	20,821
42		90	Dundée	18,273	23,860	20,545

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
43		91	Leeds	17,820	22,839	20,479
44		92	Philadelphie	17,633	22,302	20,450
45		93	Leipzig	18,610	23,070	20,351
46		94	Bruxelles	18,507	22,349	20,292
47		95	Amsterdam	15,846	22,957	20,199
48		96	Birmingham	17,837	22,104	20,152
49		97	Christiania	16,233	23,068	19,976
50		98	Hanovre	18,120	21,520	19,965
51		99	Stokholm	16,971	23,262	19,931
52		100	Newcastle	18,241	21,010	19,676
53		101	Genève	16,320	23,172	19,652
54		102	La Haye	15,641	24,364	19,612
55		103	Édimbourg	17,165	21,489	19,556
56		104	Aberdeen	17,424	22,192	19,549
57		105	Londres	17,394	21,371	19,419
58		106	Cardiff	14,899	21,946	19,290
59		107	Norwich	18,684	19,944	19,175
60		108	Stuttgard	17,410	20,610	19,121
61		109	Birkenhead	18,006	20,253	18,962
62		110	Chicago	13,468	23,126	18,745
63		111	Brême	16,009	20,190	18,729
64		112	Bradfort	15,756	22,128	18,716
65		113	Liège	15,959	20,749	18,648
66		114	Bristol	16,846	20,870	18,643
67		115	Francfort	16,240	20,290	18,489
	49	116	*Bourges*	*16,490*	*20,960*	*18,410*
68		117	Nottingham	16,256	19,827	18,091
69		118	Portsmouth	15,112	19,459	17,969
70		119	Bâle	15,333	19,313	17,048
71		120	Brighton	15,014	19,170	16,756
72		121	Croydon	13,030	16,256	14,306

TABLEAU II. — **Mortalité par fièvre typhoïde et gastro-entérite.**

Période de 1887 à 1896.

Taux pour 1 000 habitants.

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
1		1	Le Caire	7,57	20,27	14,630
2		2	Alexandrie	6,36	13,32	10,256
3		3	Moscou	3,90	10,97	6,264
	1	4	*Rouen*	*3,69*	*8,68*	*6,050*
	2	5	*Troyes*	*3,72*	*8,18*	*5,356*
	3	6	*Le Havre*	*2,17*	*9,25*	*5,297*
4		7	Gand	3,04	6,64	4,832
5		8	Kœnisberg	4,08	6,14	4,767
6		9	Munich	0,64	6,00	4,724
	4	10	*Dunkerque*	*3,46*	*5,50*	*4,604*
	5	11	*Reims*	*3,25*	*5,87*	*4,469*
7		12	Dantzig	2,98	4,94	4,065
	6	13	*Boulogne-sur-Seine*	*2,98*	*4,90*	*4,009*
8		14	Saint-Pétersbourg	1,21	5,47	3,991
9		15	Magdebourg	2,16	5,79	3,857
	7	16	*Roubaix*	*2,71*	*4,85*	*3,848*
	8	17	*Lille*	*3,06*	*5,53*	*3,846*
	9	18	*Avignon*	*2,31*	*5,55*	*3,582*
10		19	Lemberg	2,97	4,76	3,564
	10	20	*Saint-Denis*	*2,42*	*5,34*	*3,562*
11		21	Bucarest	2,29	4,77	3,558
12		22	Strasbourg	2,89	4,00	3,512
	11	23	*Brest*	*1,61*	*5,34*	*3,394*
	12	24	*Rennes*	*2,52*	*4,87*	*3,377*
	13	25	*Amiens*	*2,46*	*4,36*	*3,332*
	14	26	*Toulon*	*2,14*	*4,18*	*3,302*
	15	27	*Nancy*	*2,09*	*4,24*	*3,301*
13		28	Breslau	1,67	3,96	3,285

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
	16	29	*Nantes*	*2,39*	*4,08*	*3,278*
14		30	Nuremberg	1,77	4,69	3,271
15		31	Leipzig	1,60	4,87	3,248
16		32	Buda-Pesth	2,31	4,89	3,223
	17	33	*Perpignan*	*2,04*	*5,78*	*3,212*
	18	34	*Marseille*	*2,24*	*4,19*	*3,167*
	19	35	*Levallois-Perret*. . . .	*1,78*	*6,13*	*3,160*
17		36	Brünn	2,35	3,45	3,103
18		37	Berlin	2,28	4,68	3,094
	20	38	*Cherbourg*	*1,57*	*5,95*	*2,947*
19		39	New-York*	1,74	5,55	2,902
	21	40	*Boulogne-sur-Mer*. . .	*0,83*	*4,18*	*2,864*
	22	41	*Montpellier*.	*1,90*	*5,23*	*2,854*
	23	42	*Nimes*.	*2,27*	*4,08*	*2,849*
20		43	Hambourg.	1,21	6,40	2,841
21		44	Venise	1,87	3,71	2,808
	24	45	*Tourcoing*	*1,96*	*4,43*	*2,703*
	25	46	*Le Mans*.	*1,90*	*3,84*	*2,614*
22		47	Preston	1,66	3,57	2,474
23		48	Chicago	0,96	4,49	2,438
	26	49	*Saint-Quentin*	*0,26*	*3,95*	*2,433*
	27	50	*Dijon*	*1,54*	*2,97*	*2,393*
24		51	Dresde	1,65	3,16	2,326
25		52	Stockholm.	1,49	3,19	2,270
	28	53	*Béziers*	*0,68*	*4,06*	*2,255*
26		54	Turin, ...	1,25	3,15	2,253
27		55	Bruxelles	1,83	2,75	2,245
28		56	Anvers	1,96	2,68	2,245
29		57	Stuttgard	1,44	3,17	2,232
30		58	Lisbonne	0,67	3,32	2,219
31		59	Rome.	1,58	2,92	2,193

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
32		60	Vienne	1,81	2,62	2,174
33		61	Liège	1,26	2,84	2,171
	29	62	*Besançon*	*1,08*	*3,14*	*2,171*
34		63	Gênes	1,08	3,20	2,087
35		64	Milan	1,82	2,48	2,061
	30	65	*Calais*	*1,37*	*2,69*	*2,036*
	31	66	*Grenoble*	*1,57*	*2,53*	*2,016*
36		67	Belfast	1,07	3,63	1,997
	32	68	*Tours*	*1,32*	*2,94*	*1,987*
	33	69	*Bordeaux*	*1,48*	*2,93*	*1,980*
	34	70	*Versailles*	*1,18*	*3,04*	*1,967*
37		71	Christiania	1,14	2,67	1,953
38		72	Hanovre	0,13	2,92	1.942
	35	73	*Saint-Étienne*	*1,41*	*2,33*	*1,927*
	36	74	*Lorient*	*0,43*	*5,38*	*1,886*
	37	75	*Orléans*	*1,14*	*2,34*	*1,885*
39		76	Florence	0,89	3,28	1,861
40		77	Salford	0,99	2,63	1,861
41		78	Boston	1,29	2,30	1,831
	38	79	*Toulouse*	*0,88*	*3,27*	*1,824*
	39	80	*Paris*	*1,20*	*2,40*	*1,792*
42		81	Philadelphie	1,11	2,60	1,770
43		82	Berne	1,15	2,01	1,665
44		83	Leeds	1,00	3,12	1,559
45		84	Bolton	0,94	2,11	1,540
46		85	Liverpool	0,84	2,81	1,495
47		86	Genève	1,00	4,15	1,449
48		87	Sheffield	0,84	2,19	1,445
49		88	Dublin	0,81	2,18	1,443
50		89	Francfort	0,47	1,93	1,412
51		90	Manchester	0,89	2,27	1,368

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
	40	91	*Angoulême*	*0,26*	*4,79*	*1,339*
	41	92	*Limoges*	*0,69*	*2,10*	*1,277*
52		93	Nottingham	0,69	2,04	1,275
53		94	Brême	0,84	2,75	1,270
54		95	Bâle	0,21	3,04	1,264
55		96	Birmingham.	0,59	2,20	1,214
56		97	Dundée	0,88	1,90	1,234
57		98	Norwich	0,60	1,80	1,229
	42	99	*Lyon*	*0,92*	*1,48*	*1,210*
58		100	Portsmouth	0,59	1,67	1,139
59		101	Glascow.	0,82	1,59	1,126
	43	102	*Caen*	*0,52*	*1,83*	*1,119*
60		103	Birkenhead	0,59	1,81	1,114
	44	104	*Bourges*	*0,27*	*2,23*	*1,048*
	45	105	*Cette*	*0,24*	*2,43*	*1,023*
61		106	Londres.	0,61	1,66	1,019
62		107	Bradfort.	0,60	1,79	1,006
63		108	Newcastle	0,53	1,22	0,899
64		109	Cardiff	0,48	1,50	0,884
65		110	Aberdeen	0,42	1,34	0,883
66		111	Édimbourg	0,44	1,06	0,774
67		112	Brighton	0,45	1,08	0,741
	46	113	*Clermont-Ferrand*. . .	*0,24*	*1,62*	*0,693*
68		114	Bristol	0,36	0,95	0,634
69		115	Croydon.	0,25	0,88	0,585
	47	116	*Roanne* — Renseignements	*0,09*	*1,16*	*0,471*
	48	117	*Angers* — incomplets	*0,13*	*0,71*	*0,285*
	49	118	Poitiers			
70		119	Amsterdam — Renseignements			
71		120	La Haye — incomplets			
72		121	Madrid			

TABLEAU III. — **Mortalité par fièvre typhoïde et gastro-entérite.**

Période de 1887 à 1896.

Taux pour 1 000 décès.

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
1		1	Le Caire	219,73	424,39	317,21
2		2	Alexandrie	154,99	320,33	245,36
3		3	Gand	130,47	260,35	206,86
4		4	Moscou	122,59	272,45	205,31
	1	5	*Troyes*	*144,01*	*290,24*	*199,49*
	2	6	*Rouen*	*119,29*	*261,18*	*184,22*
	3	7	*Dunkerque*	*145,88*	*206,91*	*181,91*
	4	8	*Roubaix*	*141,86*	*224,30*	*175,99*
	5	9	*Reims*	*142,94*	*221,31*	*173,52*
5		10	Kœnisberg	142,65	224,09	172,64
	6	11	*Le Havre*	*65,50*	*293,08*	*170,32*
6		12	Munich	138,51	212,03	167,29
7		13	Magdebourg	109,04	203,43	162,45
8		14	Dantzig	131,98	192,99	161,21
9		15	Leipzig	84,49	219,42	156,45
10		16	Strasbourg	119,23	189,74	152,84
	7	17	*Lille*	*118,54*	*195,65*	*152,52*
11		18	Berlin	98,71	197,79	150,90
	8	19	*Amiens*	*121,25*	*188,41*	*146,86*
	9	20	*Boulogne-sur-Seine*	*111,37*	*195,01*	*143,41*
12		21	Saint-Pétersbourg	53,19	292,68	143,13
	10	22	*Nancy*	*98,15*	*185,23*	*141,42*
	11	23	*Saint-Denis*	*115,13*	*170,92*	*138,80*
13		24	Chicago	46,63	210,64	137,63
14		25	Nuremberg	80,97	177,50	134,58
	12	26	*Nantes*	*95,18*	*166,53*	*132,61*
	13	27	*Avignon*	*93,81*	*169,55*	*131,80*
	14	28	*Toulon*	*86,01*	*162,13*	*130,39*

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
15		29	Bâle	93,17	164,74	129,96
16		30	Breslau	76,17	156,44	126,10
17		31	Liège	92,74	151,23	121,47
	15	32	*Rennes*	*94,71*	*157,08*	*120,95*
	16	33	*Boulogne-sur-Mer* . . .	*37,75*	*162,10*	*120,84*
	17	34	*Saint-Quentin*	*84,66*	*173,83*	*119,92*
	18	35	*Perpignan*	*65,25*	*177,00*	*119,80*
18		36	Bucarest.	76,87	155,03	118,28
19		37	Stuttgard	78,71	154,53	116,43
20		38	Buda-Pesth	94,60	157,55	115,50
21		39	Hambourg.	60,12	169,65	115,23
	19	40	*Cherbourg*	*56,93*	*202,68*	*114,64*
22		41	Stockholm.	84,14	155,45	114,34
	20	42	*Nîmes*.	*93,94*	*147,77*	*113,78*
	21	43	*Marseille*.	*90,06*	*145,26*	*113,17*
23		44	Anvers	80,46	145,60	112,05
	22	45	*Tourcoing*	*80,79*	*214,68*	*110,49*
	23	46	*Levallois-Perret*. . . .	*84,88*	*138,41*	*110,49*
24		47	Venise	78,92	121,83	110,40
25		48	Bruxelles	96,52	132,41	110,15
	24	49	*Brest*	*61,74*	*171,42*	*109,55*
	25	50	*Dijon*	*75,84*	*182,48*	*109,46*
26		51	Brünn	80,48	144,11	108,91
27		52	Christiania	78,43	145,93	104,79
28		53	Dresde	78,99	150,35	107,92
29		54	Turin.	72,60	137,46	102,35
	26	55	*Montpellier*	*67,17*	*158,70*	*100,80*
30		56	New-York.	71,52	130,63	100,71
	27	57	*Le Mans*.	*70,61*	*136,44*	*100,31*
31		58	Hanovre.	71,57	138,98	96,93
32		59	Preston	64,31	135,90	96,18

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX MINIMUM	TAUX MAXIMUM	TAUX MOYEN (calculé sur dix ans)
	28	60	*Besançon*	*52,15*	*137,51*	*93,75*
33		61	Rome	77,02	108,01	93,75
	29	62	*Calais*	*63,14*	*117,91*	*93,30*
	30	63	*Grenoble*	*68,37*	*111,75*	*91,58*
34		64	Vienne	71,63	110,90	90,48
	31	65	*Saint-Étienne*	*58,85*	*129,81*	88,08
35		66	Gênes	46,86	120,42	87,14
	32	67	*Bordeaux*	*62,61*	*120,82*	*87,06*
36		68	Philadelphie	57,72	120,91	86,45
	33	69	*Béziers*	*27,32*	*160,64*	*84,71*
	34	70	*Versailles*	*46,35*	*131,85*	*84,50*
	35	71	*Tours*	*57,05*	*124,05*	*84,40*
37		72	Lemberg	37,24	116,13	84,15
	36	73	*Paris*	*63,06*	*105,45*	*83,13*
	37	74	*Orléans*	*54,72*	*100,95*	*81,87*
38		75	Milan	60,83	101,46	81,62
39		76	Boston	66,41	91,21	78,33
40		77	Berne	50,21	94,98	77,12
41		78	Salford	45,69	107,90	76,70
42		79	Belfast	43,44	139,25	76,67
43		80	Francfort	33,43	103,50	76,11
44		81	Genève	59,69	108,50	74,29
45		82	Florence	36,60	121,95	74,69
	38	83	*Toulouse*	*35,70*	*121,64*	*73,26*
	39	84	*Lorient*	*17,68*	*186,65*	*70,66*
46		85	Nottingham	30,49	111,12	69,96
47		86	Bolton	48,92	88,09	69,75
48		87	Lisbonne	20,50	112,88	69,04
49		88	Sheffield	36,14	106,98	67,84
50		89	Norwich	31,53	93,97	64,30
51		90	Brême	42,88	103,94	63,59

NUMÉRO D'ORDRE VILLES ÉTRANGÈRES	NUMÉRO D'ORDRE VILLES FRANÇAISES	NUMÉRO D'ORDRE CLASSEMENT GÉNÉRAL	NOM DES VILLES	TAUX		
				MINIMUM	MAXIMUM	MOYEN (calculé sur dix ans)
52		91	Portsmouth	38,19	115,35	63,04
53		92	Leeds	32,16	73,39	61,65
54		93	Birmingham	31,52	104,09	61,28
55		94	Dundee	39,91	88,19	60,69
56		95	Liverpool	32,53	104,01	59,40
	40	96	*Bourges*	*27,42*	*111,73*	*58,41*
57		97	Birkenhead	33,64	88,82	57,94
	41	98	*Lyon*	*47,96*	*66,85*	*57,11*
58		99	Bradfort	21,77	93,83	55,62
59		100	Manchester	36,79	86,83	55,36
60		101	Londres	32,33	92,04	53,66
	42	102	*Angoulême*	*13,65*	*207,91*	*53,05*
	43	103	*Limoges*	*25,44*	*84,35*	*51,80*
61		104	Cardiff :	23,17	76,17	51,33
62		105	Glascow	32,11	66,87	48,38
63		106	Aberdeen	21,46	69,42	47,42
64		107	Brighton	21,40	60,33	45,43
65		108	Newcastle	23,03	52,40	45,34
66		109	Dublin	32,03	93,04	43,65
	44	110	*Caen*	*20,98*	*68,01*	*41,25*
67		111	Croydon	18,61	67,56	40,80
	45	112	*Cette*	*14,20*	*84,20*	*39,66*
68		113	Édimbourg	20,78	54,54	38,96
69		114	Bristol	18,15	53,41	33,55
	46	115	*Clermont*	*11,28*	*74,75*	*30,92*
	47	116	*Angers* } Renseignements			
	48	117	*Roanne* } incomplets			
70		118	Amsterdam			
71		119	Madrid } Renseignements			
	49	120	Poitiers } incomplets			
		121	La Haye			

I. — Les Anciennes Méthodes d'Épuration.

On a proposé de nombreuses méthodes pour assurer l'innocuité des eaux d'alimentation; les deux principales sont basées :

1° Sur l'emploi de filtres;

2° Sur l'utilisation combinée d'appareils traitant l'eau au fer, tel que l'appareil Anderson, et de filtres à sable.

Emploi des filtres. — Les filtres ne sauraient évidemment retenir que les matières offrant des dimensions plus grandes que les interstices de leurs cellules constituantes; mais, lors même qu'ils sont soigneusement établis, ils s'encrassent rapidement, deviennent de véritables nids à microbes et offrent des dangers très graves si l'on n'a le soin de les nettoyer souvent.

Quand il s'agit de filtres à sable, l'inconvénient est plus considérable encore. Dans ces derniers, la véritable couche filtrante est en effet le limon déposé à la surface, où pullulent les colonies microbiennes.

Ainsi que le fait observer M. Delhotel dans son excellent traité de l'épuration des eaux, l'eau donnée par ces filtres n'arrive véritablement à la limpidité que lorsqu'elle est dans des conditions déplorables au point de vue hygiénique.

Cette opinion est corroborée par celles de Carl Frankel et Pieffe : « Les filtres à sable, disent ces savants, ne sont pas des appareils impénétrables aux germes; ils ne retiennent sûrement ni les bactéries banales, ni celles de la fièvre typhoïde ou du choléra. Le commencement et la fin de chaque période d'un filtre sont des moments particulièrement dangereux, parce que dans le premier cas, le filtre n'a pas encore acquis toute son efficacité, et que, dans le second, la pression exercée à la surface et la végétation des bactéries, favorisent le cheminement de haut en bas des micro-organismes à travers les couches filtrantes. »

Traitement par le fer. — Frappés de ces inconvénients graves, divers auteurs ont cherché à compléter l'action des filtres à sable par celle d'appareils où l'eau est épurée par l'agitation avec des rognures de fer.

C'est ainsi que MM. Anderson et Ogston ont construit, leurs appareils dits *revolvers*.

D'après M. Anderson, les résultats obtenus seraient les suivants : la matière organique est altérée dans sa nature chimique, et

l'oxyde de fer précipite une partie des carbonates terreux; de plus, la vitalité des infusoires est arrêtée en grande partie.

Cependant le docteur Percy-Franckland a fait observer, en se basant sur de nombreuses expériences faites sur des eaux battues avec des substances solides finement divisées, y compris celle nommée fer spongieux, « que le simple procédé d'agitation peut accomplir une purification très remarquable, mais qu'on ne peut compter pour le moment sur son efficacité absolue, à cause de l'incertitude de son succès ».

Le docteur Pouchet est arrivé à des conclusions presque identiques, et a trouvé que si le procédé d'épuration au fer diminue assez notablement la proportion des matières organiques dissoutes et prive l'eau d'une grande quantité de germes, il ne donne pas une eau absolument débarrassée de micro-organismes.

L'eau traitée par le fer est, en outre, privée d'une grande partie de son oxygène et devient, par cela même, très indigeste.

Quoi qu'il en soit, c'est au filtre à sable, seul ou combiné avec le traitement au fer, que l'on a eu recours toutes les fois que l'on a voulu faire subir un commencement d'épuration à de grandes masses d'eau. Il est absolument évident que l'une et l'autre de ces méthodes ne constituent qu'un pis-aller.

Que dans les mailles des filets tendus aux microbes se glissent quelques germes infectieux, et c'en est fait de tout le travail d'épuration si péniblement réalisé.

Les appareils Anderson et les filtres à sable ne sauraient donc être acceptés qu'à titre d'épurateurs préalables, de dégrossisseurs.

Leur action doit être complétée. Il faut qu'elle le soit, non par un produit chimique qui altérerait les qualités de l'eau et la rendrait imbuvable, mais par un agent physique en quelque sorte, qui agira sans laisser de trace et conservera à l'eau toutes ses qualités organoleptiques et digestives.

Cet agent, c'est l'ozone.

II. — Épuration et stérilisation des eaux potables par l'ozone.

A l'origine même de sa découverte, Schœnbein signala les propriétés désinfectantes de l'ozone, et proposa de l'employer pour l'assainissement des hôpitaux.

Plus tard, Berigny, Salleron, Henri Day, Bineau, Ireland, Sainte-Claire Deville et plus récemment Henri de Parville, Labbé et

Oudin, Van Ermengen, Ohlmulher, Roux, étudièrent son action physiologique et préconisèrent son emploi comme bactéricide.

J'ai moi-même indiqué dans une note parue dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, il y a trois ans (t. 123, page 1005), et présentée par mon illustre et regretté maître le professeur Friedel, les curieux phénomènes de phosphorescence qui accompagnent la destruction des microbes et des matières organiques contenus dans l'eau.

Lorsque l'eau et l'ozone entrent en contact, dans certaines conditions, une vive luminosité se produit en effet; cette luminosité est l'indice certain, ainsi que le démontre du reste l'analyse, de la destruction des germes contenus dans l'eau. Elle ne se produit pas si l'eau est rigoureusement pure.

J'ai étudié divers appareils pour épurer industriellement les eaux : les premiers, construits en fonte émaillée ou en grès, permettent de traiter des quantités pouvant atteindre jusqu'à 1 000 m^3 par jour. Les seconds, construits entièrement en maçonnerie, sont établis pour l'ozonisation de quantités beaucoup plus considérables. De vrais torrents peuvent s'y déverser.

Émulseur. — Les deux séries d'appareils sont caractérisées par l'emploi d'émulseurs.

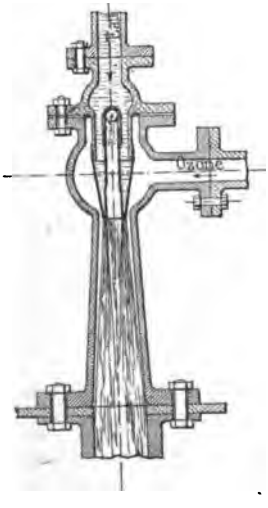


Fig. 16. — Emulseur.

Je désigne sous ce nom un système composé de deux cônes concentriques *(fig. 16)*; par le cône intérieur, qui peut être évidé ainsi que celui qui figure sur le dessin ci-contre, arrive le courant d'eau qu'on veut traiter. Par un ajutage disposé latéralement sur le cône extérieur arrive l'air ozoné.

La lame liquide, très mince, qui jaillit dans l'appareil, forme immédiatement avec l'air ozoné qu'elle rencontre une émulsion très parfaite. L'eau et l'ozone entrent en contact *molécule à molécule.*

Ce point est extrêmement important, car l'ozone étant très peu soluble dans l'eau, si l'on se contentait, pour purifier cette dernière, de faire barboter dans une masse déterminée un courant d'air ozoné, l'action serait beaucoup plus lente et risquerait d'être incomplète.

L'expérience, du reste, le prouve surabondamment.

Si nous nous plaçons dans l'obscurité et si nous envoyons de l'air ozoné et de l'eau dans un émulseur, nous voyons cette eau répandre en sortant de l'appareil une phosphorescence très nettement accentuée.

Si, au contraire, nous nous contentons de faire barboter de l'air ozoné dans un flacon contenant de l'eau, même très impure, nous ne constatons aucun phénomène de phosphorescence.

Avec les émulseurs, l'ozone à doses presque infinitésimales produit la luminosité, c'est-à-dire la destruction des microbes et des matières organiques. Cette luminosité est naturellement beaucoup plus vive avec de l'ozone à la dose de 5 ou 6 *mg* par litre d'air et la destruction des germes est plus complète.

Stérilisateur à plateaux. — L'action des émulseurs est complétée dans cet appareil par une série de plateaux à grande surface sur lesquels l'eau déjà ozonée s'étend en lames minces et où la stérilisation se termine.

L'eau et l'ozone sont amenés à la partie supérieure de l'appareil *(fig. 17)*, par deux conduits 1 et 2, communiquant avec les émulseurs 3. Des tuyaux *a* amènent l'émulsion intime d'eau et d'ozone dans le cylindre *b*. Par l'emploi de ce dispositif, ainsi que je l'ai dit plus haut, aucune molécule d'eau, quelque grande que soit la masse traitée, ne peut échapper à l'action de l'ozone.

L'eau et l'ozone se séparent. L'ozone s'échappe par l'orifice *c* et suit le chemin indiqué par les flèches *d*. L'eau s'écoule par le trop-plein *e* et suit le chemin indiqué par les flèches *f*. Elle arrive dans le récipient *g*; la canalisation *h* l'amène dans la colonne *k*.

Cette dernière est formée par la réunion d'un certain nombre de plateaux, qui sont disposés de façon qu'une mince couche d'eau séjourne constamment dans le fond de chacun d'eux. Chaque plateau est muni d'un tube de trop-plein *l* pour l'écoulement des eaux, et d'un orifice *m* recouvert d'un capuchon *n*.

Par ces derniers orifices arrive l'ozone sorti des émulseurs qu'un tuyau *p* amène à la partie inférieure de la colonne.

Quand le stérilisateur est en marche, la masse liquide circule en zigzag, de haut en bas, d'un plateau à l'autre, tandis que l'eau suit, en sens contraire, une marche verticale pour s'échapper finalement par l'orifice *a* qui communique avec un tube de dégagement.

Arrivée dans le réservoir *r*, l'eau épurée s'échappe finalement

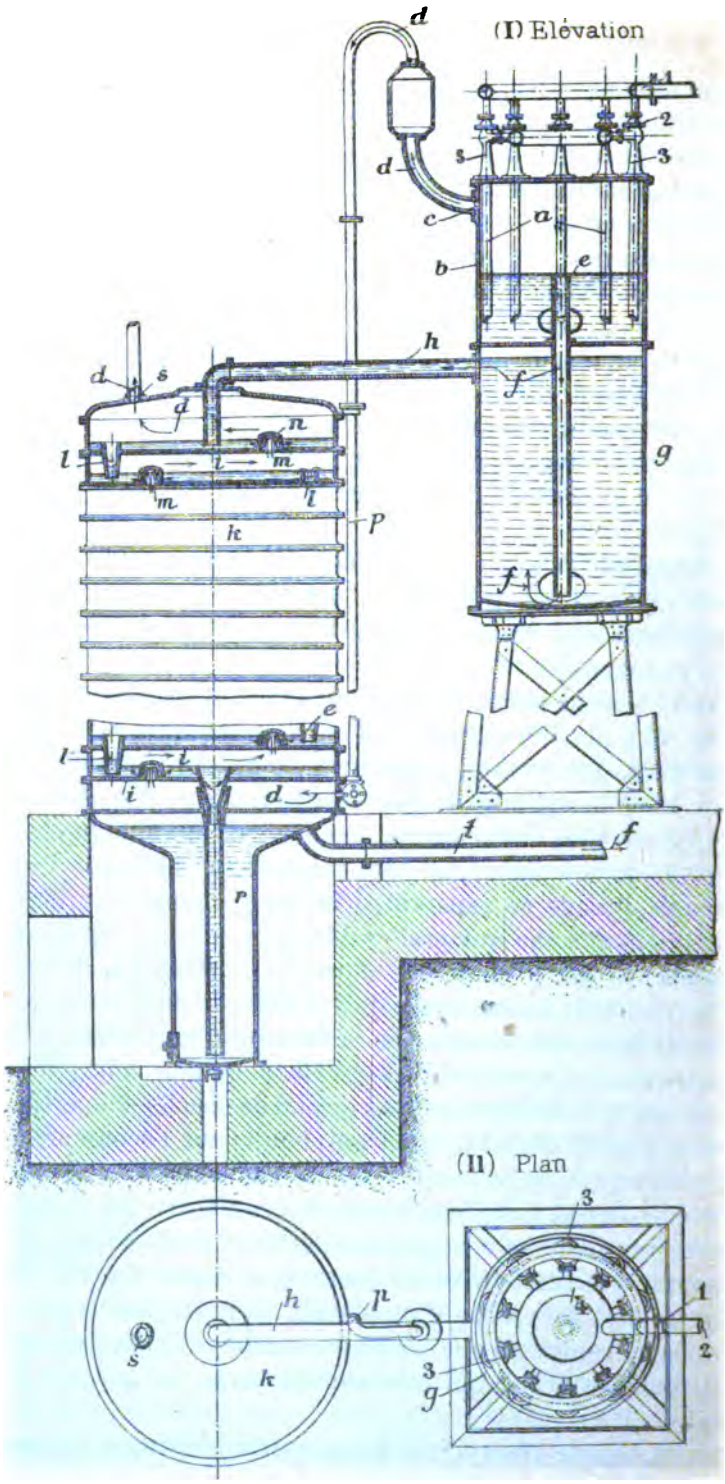


FIG. 17. — Stérilisateur à plateaux.

par la canalisation *t*. La hauteur des récipients *g* et *r* est calculée de telle sorte que l'ozone ne puisse suivre une autre marche que celle que je viens d'indiquer.

Le nombre des plateaux de la colonne peut évidemment varier, mais il est généralement compris entre 20 et 50.

Lorsqu'on a affaire à des eaux extrêmement impures, on groupe en tension plusieurs stérilisateurs.

Galerie d'Ozonisation. — Le nombre des stérilisateurs que l'on peut utiliser, dans une installation industrielle, pour l'épuration des eaux par l'ozone ne saurait évidemment se multiplier à l'infini, lorsqu'on a d'énormes quantités d'eau à traiter ; aussi ai-je

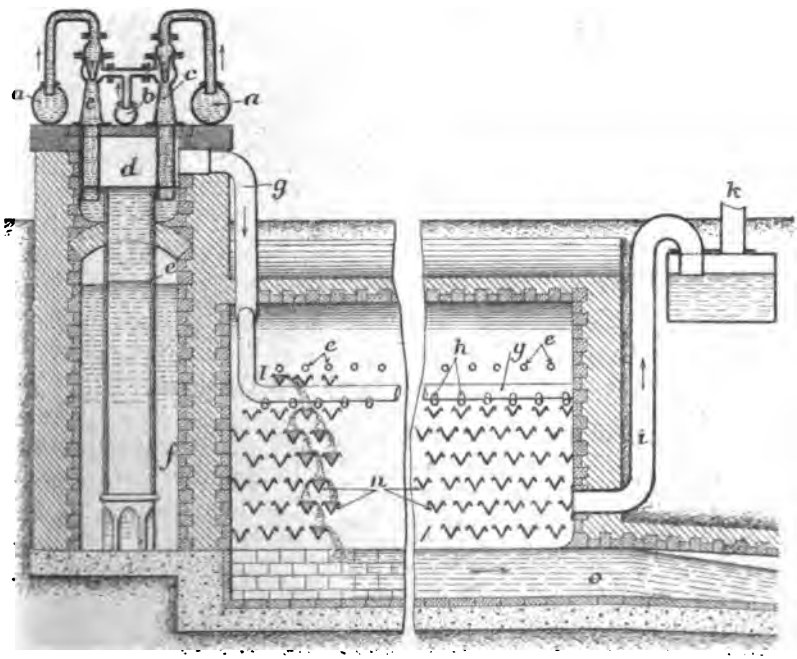


FIG. 18. — Coupe longitudinale d'une galerie d'ozonisation.

imaginé, pour ce cas particulier, des galeries d'ozonisation (*fig. 18 et 19*).

J'utilise toujours des batteries d'émulseurs placées en tête de la galerie, pour effectuer le mélange intime de l'eau et de l'ozone ; mais la colonne où se poursuit la purification est remplacée par des organes tout différents.

L'eau est amenée à l'aide de deux grosses canalisations *a* dans

des émulseurs *c*, semblables à ceux que je viens de décrire. L'ozone est amené par une canalisation *b*, placée entre les deux conduites d'eau.

Les émulseurs sont montés en nombre suffisant sur des plaques en fonte.

L'émulsion d'eau et d'ozone arrive d'abord dans la partie supérieure de la colonne *d*, puis s'écoule par les trop-pleins *e* dans la chambre inférieure *f*. Un déversoir la conduit de là, dans la galerie centrale de distribution A. L'eau est amenée, par une série de petits orifices *l*, dans les galeries B et C où se termine l'ozonisation.

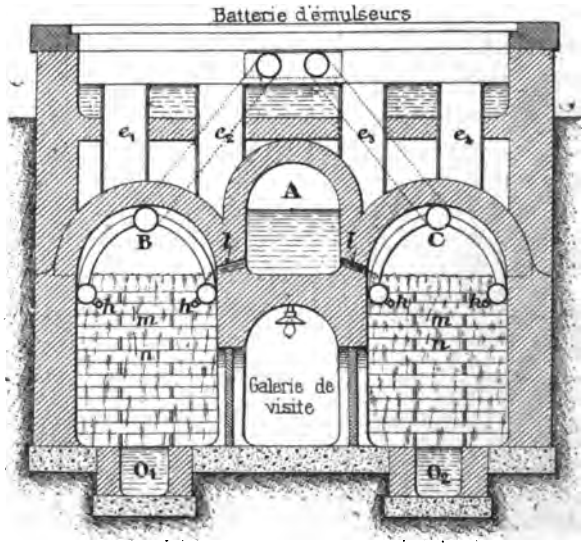


FIG. 19. — Coupe transversale d'une galerie d'ozonisation.

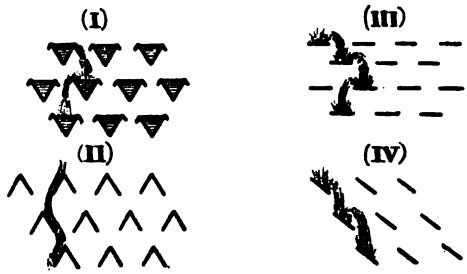


FIG. 20. — Différents modes d'arrangement des chicanes.

Ces galeries sont garnies intérieurement d'une série de barres horizontales *m*,*n* disposées en chicanes. Ces barres peuvent avoir une forme quelconque, j'emploie de préférence un des modes d'arrangement représentés figure 20 :

(I) Barres en forme de gouttières ; ce sont celles qui sont représentées sur la coupe longitudinale *(fig. 18)*;

(II) Lames en forme de V renversé;

(III et IV) Lames planes disposées horizontalement ou légèrement inclinées.

Il est évident que l'on peut modifier de nombreuses façons l'arrangement de ces éléments.

Quoi qu'il en soit, l'eau amenée par les conduites *l* arrive à la partie supérieure des chicanes et tombe par cascades successives dans le collecteur O. Pendant ce temps l'ozone, qui n'a pas suivi le même chemin à cause de la trop grande pression qu'il aurait eu à supporter, s'échappe dans la chambre *d*, puis est distribué par une canalisation en grès *g*, munie d'un très grand nombre de tubulures latérales *h* dans les galeries B et C.

Il circule à travers les chicanes et les nappes d'eau ruisselantes dont il termine l'épuration. Son action finie, il se rend par une canalisation *i (fig. 18)* dans une cheminée d'échappement *k*. L'arrangement des conduites de sortie des gaz a pour but d'empêcher les poussières ou les corps étrangers de tomber dans la galerie.

La marche de l'appareil est réglée de telle sorte que l'on perde le moins d'ozone possible. L'utilisation de l'ozone serait évidemment complète si l'air qui s'échappe de la cheminée ne contenait plus de traces de ce dernier.

La galerie d'ozonisation représentée par nos gravures a 20 *m* de longueur et peut permettre de traiter jusqu'à 100 000 m^3 d'eau par jour; il est évident qu'on peut, en se basant sur le principe que je viens d'indiquer, construire des galeries permettant de traiter des masses encore plus considérables.

Au lieu de disposer les maçonneries horizontalement, il est possible, si le terrain s'y prête, de les établir suivant un plan fortement incliné.

La longueur de la galerie n'a évidemment rien d'absolu. Dans certains cas particuliers on peut regagner en hauteur ce que l'on perd en longueur. On fait alors arriver l'ozone qui a déjà passé par les émulseurs, à la partie inférieure de la galerie; il suit une marche ascendante et s'échappe par un orifice ménagé à la partie supérieure.

Le fonctionnement de la galerie est comparable dans ce cas à celui d'un stérilisateur de très grandes dimensions.

Pour des eaux très impures on peut avoir recours à l'action

combinée d'une série d'émulseurs montés en tension et placés à la tête amont de la galerie.

Si l'on ne dispose que de terrains réduits, l'usine électrique de production d'ozone peut être installée au-dessus même des galeries dans lesquels l'eau circule.

III. — Usine de la Compagnie de l'Ozone a Paris.

Lorsqu'on dispose de courants électriques, soit continus, soit alternatifs, ce qui est le cas dans la plupart des grandes villes, l'installation d'une usine pour la stérilisation des eaux comprend seulement deux groupes d'appareils :

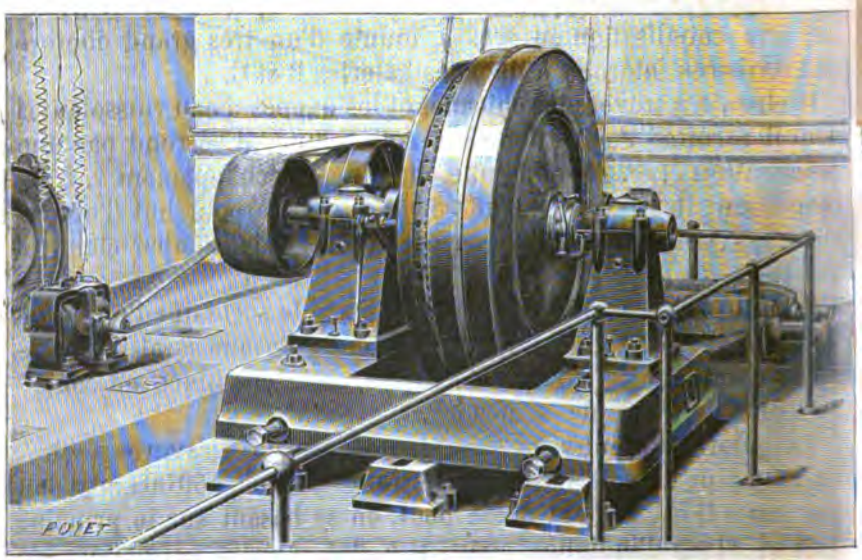


Fig. 21. — Alternateur à grande fréquence de la *Compagnie de l'Ozone*.

1° Les générateurs d'ozone;

2° Les stérilisateurs.

Si l'on n'a pas de courants à sa disposition, l'installation doit être forcément complétée par celles de générateurs électriques.

Nous décrirons comme installation type, celle qui a été réalisée par la *Compagnie de l'Ozone* à Paris; cette Société produit elle-même le courant qui lui est nécessaire.

Générateurs électriques. — La première partie de l'installation comprend une dynamo à courant alternatif, à induit sans fer *(fig. 21)*. A la vitesse de 600 tours, cette machine fournit du courant à 500 périodes par seconde.

Le courant produit par cet alternateur qu'excite une machine spéciale, est envoyé dans un tableau de distribution.

Du tableau, le courant arrive aux transformateurs. Ces derniers, isolés avec le plus grand soin, sont essayés à 100 000 volts, et fournissent en marche normale 25 000 volts.

Ozoneurs et instruments de contrôle. — Nous ne reviendrons pas sur ces générateurs qui se trouvent décrits tout au long dans le premier chapitre.

Nous signalerons seulement un appareil que nous avons spécialement étudié pour contrôler leur marche, mesurer et enre-

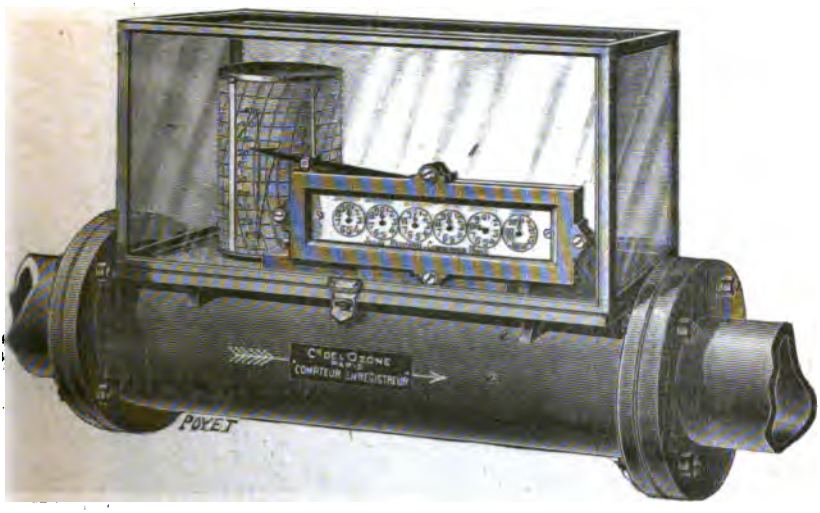


Fig. 22. — Compteur enregistreur pour grands débits.

gistrer les volumes des masses énormes de gaz ozoné qui les traversent; nous voulons parler du compteur enregistreur.

Cet appareil extrêmement simple *(fig. 22)* se place directement sur la canalisation amenant l'air aux ozoneurs. Les débits se lisent sur une série de cadrans devant lesquels se meuvent des aiguilles indicatrices.

L'enregistrement se fait à l'aide d'un style, sur une feuille quadrillée portant une graduation spéciale et fixée sur un cylindre qu'entraîne un mouvement d'horlogerie. Cette feuille est divisée horizontalement en vingt-quatre parties correspondant aux heures de la journée et verticalement de 0 à 100. Cette dernière division correspond aux débits gazeux exprimés en mètres cubes. Le style partant de 0 fait une ascension complète pour 100 m^3,

puis retombe automatiquement pour recommencer une nouvelle ascension.

Quand le compteur s'arrête, ce qui correspond à une période de non-fonctionnement des ozoneurs, cela se voit nettement sur la courbe qui devient alors parallèle à l'horizontale.

A l'aide du compteur enregistreur, on peut donc suivre, minute

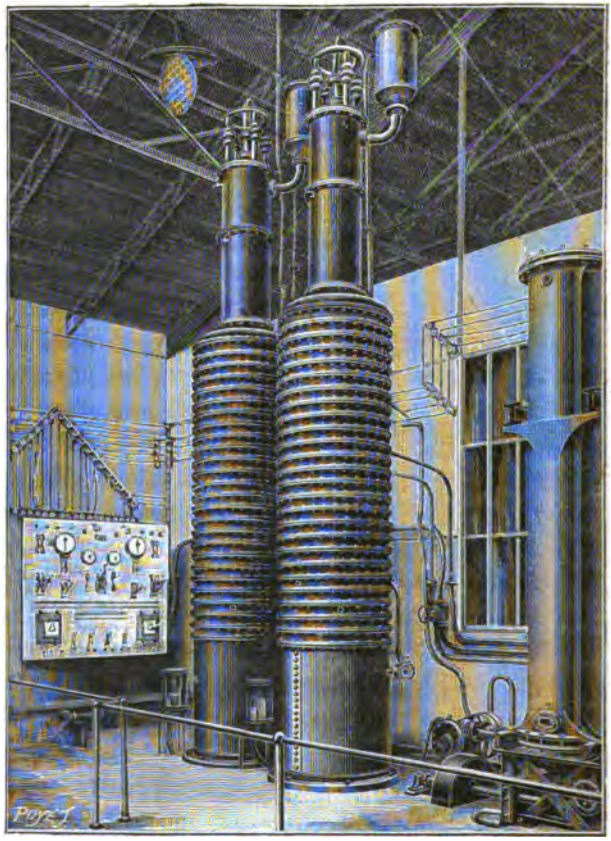


FIG. 23. — Stérilisateurs de la *Compagnie de l'Ozone*, à Paris.

par minute, la marche d'une batterie d'ozoneurs et contrôler le débit des appareils.

Au sortir des générateurs, l'ozone va dans les stérilisateurs. Si l'on tient à le débarrasser au préalable, d'une manière absolue. de toute trace de produits nitrés, on le lave dans une solution légèrement alcaline ou on le fait passer dans une colonne en grès, de faible hauteur, remplie de pierre ponce, sur laquelle coule un mince filet d'eau de chaux.

Stérilisateurs. — Le mélange intime, molécule à molécule, de l'ozone produit et de l'eau à épurer s'effectue dans deux grandes colonnes à stériliser *(fig. 23)*.

Ces colonnes sont établies d'une manière presque identique à celles que nous avons déjà décrites : l'eau et l'ozone sont amenés dans les émulseurs que l'on distingue nettement à la partie supérieure. Après une première réaction, l'eau et l'ozone se séparent ; l'eau tombe de plateaux en plateaux jusqu'à la partie inférieure des stérilisateurs, tandis que le courant d'ozone chemine en sens inverse, terminant méthodiquement l'épuration. A la sortie des appareils, l'eau peut être livrée directement à la consommation.

On voit par ce qui précède combien est simple l'installation d'une usine pour le traitement des eaux potables par l'ozone.

IV. — Résultats.

Il est absolument démontré que l'eau peut être stérilisée d'une façon complète et absolue à l'aide de l'ozone.

Des diverses expériences auxquelles nous nous sommes livré nous avons conclu que, pour arriver à ce résultat, il faut, d'une part, employer de l'ozone assez concentré, d'autre part, prolonger pendant un certain temps la durée de contact du liquide et du gaz.

Nos essais ont porté, en particulier, sur les eaux de la Seine et de la Vanne.

Action microbicide. — Je résume dans le tableau qui suit les résultats observés pendant les différentes phases de l'ozonisation.

Eau de la Vanne.

NON OZONÉE	OZONÉE PREMIÈRE PHASE	OZONÉE DEUXIÈME PHASE
B. Fluorescens liquefaciens. *B. Coli communis.* B. Subtilis. M. Ferridosus. M. Aquatilis. M. Candicans. Levure rose. Penicilium glaucum. Aspergillus niger.	B. Subtilis. M. Aquatilis. Levure rose. *(Plus de microbes pathogènes.)*	0.

Eau de Seine.

NON OZONÉE	OZONÉE PREMIÈRE PHASE	OZONÉE DEUXIÈME PHASE
B. Fluorescens liquefaciens. *B. Coli communis.* *B. Termo.* *B. Proteus vulgaris.* *M. Prodigiosus.* B. Subtilis. M. Aquatilis. M. Luteus. M. Aurantiacus. Penicilium glaucum. Aspergillus niger.	B. Subtilis. M. Luteus. Penicilium glaucum. *(Plus de microbes pathogènes.)*	0.

Les espèces dont les noms figurent dans ces tableaux sont celles que j'ai pu nettement isoler et caractériser. Le processus de la réaction est extrêmement intéressant à suivre.

Il démontre, en effet, que sans arriver à la stérilisation absolue, on peut obtenir, à l'aide de l'ozone, des eaux d'une innocuité incontestable.

En effet, les espèces dangereuses, qui sont indiquées en italique dans les premières colonnes, sont celles qui succombent les premières et qu'on ne peut revivifier dans les bouillons de culture.

Le *B. Fluorescens* est particulièrement dangereux. Il se développe dans le commencement de la putréfaction avant le *Proteus vulgaris.*

Ce dernier, qui est le principal microbe de la putréfaction, produit des ptomaïnes.

Le *B. Coli communis* provient des matières fécales. Il peut entrer en association avec le *B. typhique* dont il n'est, d'après certains bactériologistes, qu'une forme spéciale.

Le *B. Termo*, qui existe dans la salive, accompagne le *B. Fluorescens.*

Le *M. Prodigiosus* est surtout dangereux par ses associations avec le *B. Coli*, le *Spectrococus pyogenes aureus*, etc.

Par cette nomenclature on voit combien est grand le danger que l'on court en buvant des eaux souillées de germes aussi dangereux, et l'on comprend le rôle important que joue l'ozone en nous en débarrassant.

Actions secondaires. — Les matières organiques sont en partie brûlées, ce qui rend les eaux beaucoup moins altérables.

Les matières minérales ne sont pas attaquées et les proportions des autres éléments restent invariables.

Qualités de l'eau ozonée. — L'examen approfondi que nous avons fait, nous a démontré que l'eau ozonée ne contient plus de trace d'ozone, qu'elle n'a aucune odeur particulière, aucune propriété nuisible et que ses qualités organoleptiques ne sont en aucune façon altérées. Cela se conçoit aisément, étant donné la très grande instabilité de l'ozone.

Au moment où ce gaz se trouve en contact avec les bactéries contenues dans l'eau, il se transforme immédiatement en oxygène naissant. Il perd, par cela même, son odeur particulière, caractéristique d'un groupement moléculaire qui cesse d'exister.

La démonstration de ce phénomène est, du reste, facile à faire ; il suffit de prendre de l'eau fraîchement ozonée, et de la traiter par le réactif iodo-amidonné, qui permet de déceler des quantités infinitésimales d'ozone ; si l'eau contenait une trace d'ozone, elle donnerait avec ce réactif une coloration bleue intense. Or, il n'en est rien. L'eau traitée, mélangée avec le réactif iodo-amidonné, ne se colore en aucune façon : elle ne contient donc plus d'ozone.

Conclusions. — *On peut donc dire que les eaux soumises à l'ozonisation perdent toutes leurs propriétés nocives, et conservent, au contraire, toutes leurs propriétés bienfaisantes. Leur goût est inaltéré, les microbes dangereux qu'elles contiennent sont détruits, leurs qualités minérales et digestives sont conservées.*

Ces conclusions sont corroborées nettement du reste par les résultats obtenus par le docteur Van Ermengen et publiés dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (1).

Il en résulte :

1° Que l'ozonisation des eaux de rivière souillées par d'abondantes matières organiques d'origine végétale, et colorées par des matières humiques, donne des résultats extrêmement satisfaisants, au point de vue de l'amélioration de leurs caractères physiques ;

2° Qu'une eau souillée par des infiltrations de fosses d'aisance,

(1) Tome IX, page 701.

par des produits de putréfaction, etc., peut être rendue inoffensive par une ozonisation convenable.

Dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (2), sous les signatures du savant docteur Roux, membre de l'Institut, du docteur Calmette et d'autres savants, nous trouvons de nouvelles constatations qui viennent confirmer celles-ci :

1° Tous les microbes pathogènes ou saprophytes, que l'on rencontre dans les eaux sont parfaitement détruits par l'ozone;

2° L'ozonisation n'apporte dans celles-ci aucun élément étranger préjudiciable à la santé des personnes appelées à en faire usage. Au contraire, par suite de la non-augmentation de la teneur en nitrates et de la diminution considérable de la teneur en matières organiques, les eaux soumises au traitement par l'ozone sont moins sujettes aux pollutions ultérieures et sont, par suite, beaucoup moins altérables;

3° Enfin, l'ozone n'étant autre chose qu'un état moléculaire particulier de l'oxygène, l'emploi de ce corps présente l'avantage d'aérer énergiquement l'eau, de la rendre plus saine et plus agréable pour la consommation, sans lui enlever aucun de ses éléments minéraux utiles.

Plus récemment encore, des essais faits en Allemagne, pour l'ozonisation des eaux de la Sprée, à Martinikenfeld (Berlin), ont donné des résultats également convaincants.

L'excellence de la méthode ne fait donc plus de doute pour personne.

Son application sera facile quand on aura des eaux limpides. Avec des eaux contenant en suspension des débris végétaux, des matières terreuses, des résidus d'usines, etc., il faudra évidemment opérer un dégrossissement préalable.

Le filtre à sable est tout indiqué à cet effet.

Pour pouvoir distribuer partout des eaux abondantes et saines, les hygiénistes de l'avenir auront donc à opter entre ces deux formules :

1° Ozonisation directe;

2° Filtration et ozonisation.

(2) Tome 13, page 356.

CHAPITRE IV

Les applications de l'ozone.

« Le jour où l'ozone pourra être produit industriellement, écrivait il y a quelques années l'illustre physicien Bunsen, des centaines d'applications nouvelles ne tarderont pas à surgir. »

On peut dire que la prédiction de ce savant a déjà subi un commencement de réalisation.

Il nous serait impossible de décrire ici les industries si diverses dans lesquelles l'ozone a déjà fait ses preuves, — comme celle des parfums, où il a produit sur le marché de la vanille une vraie révolution — ou dans lesquelles il pourra être efficacement employé, comme celles du blanchiment, de la teinture, la fabrication des huiles et des vernis, des linoléums, des dégras, etc. Nous nous bornerons à indiquer ses modes d'emploi les plus généraux et à examiner ensuite quelques-unes des applications les plus récentes.

I. — Traitement par l'Ozone des Corps solides, Tissus, etc.

Lorsqu'on veut soumettre à l'action de l'ozone un corps solide quelconque, tissu, plume d'autruche, ivoire, farine, amidon, etc., il suffit de plonger ce corps dans une atmosphère ozonée. Les solutions que l'on peut apporter au problème sont multiples et varient, naturellement, avec les besoins et les circonstances.

Pour le blanchiment des tissus, ces derniers sont posés sur des rouleaux qui peuvent les entraîner par leur mouvement de rotation; il en est de même pour le développement par oxydation directe, sur fibre, des matières colorantes.

Nous rappellerons que MM. Siemens et Halske, de Berlin, affirment qu'avec 40 *g* d'ozone on peut blanchir 50 *kg* de toile de lin; l'effet, au bout de douze heures, est le même que celui produit par une exposition de trois jours au soleil.

Le blanchiment et la teinture en couleur ou en noir seront certainement, dans un avenir très rapproché, deux des plus importantes applications industrielles de l'ozone. La forme gazeuse sous laquelle se présente cet oxydant en rend l'emploi extrêmement facile.

On peut l'utiliser encore pour l'assainissement des objets con-

taminés : matelas, vêtements, etc. Pour le faire pénétrer dans les parties les plus reculées des objets à désinfecter, le mieux est de placer ceux-ci dans une étuve de forme appropriée et d'y faire le vide avant d'y envoyer l'ozone.

II. — Traitement des Liquides.

Dans le cas le plus simple, on se contentera d'amener l'ozone sous une certaine pression dans les flacons ou récipients contenant les produits à traiter et de provoquer un barbotage énergique. C'est ainsi que l'on procède à l'usine de la *Société des Parfums du Littoral*, à Fréjus, pour le vieillissement et l'amélioration des essences.

Dans cette même usine on emploie, depuis plusieurs années, pour le traitement des alcools, un dispositif un peu différent.

L'alcool tombe à l'intérieur d'une grande colonne verticale remplie de fragments de charbon de bois; un courant d'air ozoné, soigneusement débarrassé de toutes traces de produits nitreux, arrive par la partie inférieure de la colonne et suit une marche inverse de celle de l'alcool. L'air passe ensuite dans une série de flacons laveurs dans lesquels il se débarrasse des traces de produits volatils qu'il aurait pu entraîner.

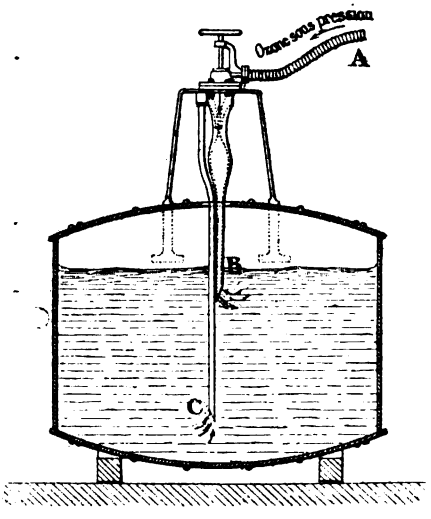


Fig. 24. — Appareil portatif pour l'ozonisation directe en fûts,

Liquides en fûts. — Le traitement des liquides en fûts, des bières en particulier, ou l'épuration de petites quantités d'eau peut se faire à l'aide de l'appareil que nous représentons figure 24. Cet appareil est constitué par un émulseur que supporte un pied triangulaire; l'air ozoné arrivant sous une légère pression par la tubulure A, s'échappe par l'orifice B en produisant dans le tube C un appel énergique; l'émulseur fonctionne, en quelque sorte, comme un Giffard.

Appareil méthodique. — Pour le traitement de masses considérables, dans le cas, par exemple, de la fabrication des huiles siccatives, de certains parfums, des matières colorantes, nous avons imaginé un appareil dont la figure 25 donne une vue d'ensemble.

L'ozone arrive par une conduite A, passe dans un compteur enregistreur, dans un récipient de sûreté B, puis est amené dans

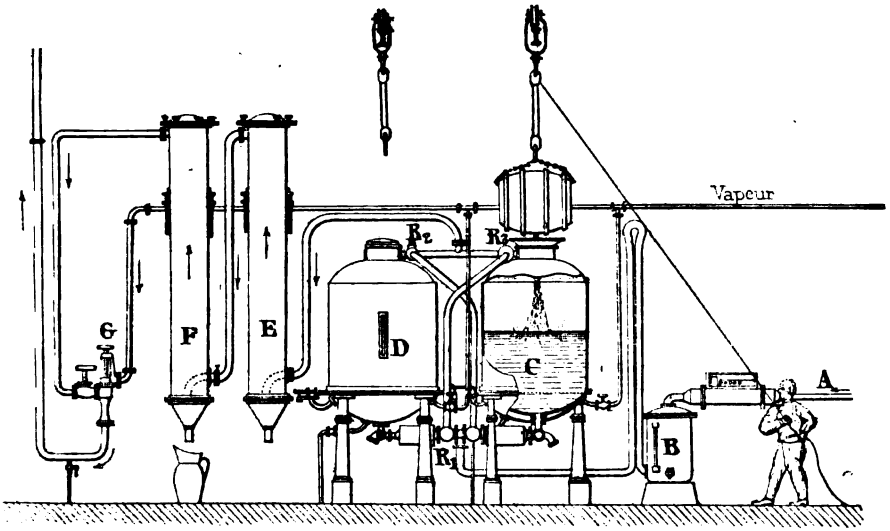


Fig. 25. — Vue d'ensemble d'un appareil pour l'oxydation méthodique des liquides.

les récipients C et D dans lesquels on a préalablement placé le liquide à traiter: ces récipients pouvant être chauffés à feu nu ou par un courant de vapeur.

Un jeu de robinets R^1, R^2, R^3, permet de grouper les deux cuves de façon que l'ozone passe soit de C en D, soit de D en C. Le liquide contenu dans la cuve, qui reçoit l'ozone en second lieu, assure seulement l'utilisation complète du gaz; dans une opération subséquente, il sera oxydé le premier.

Les vapeurs entraînées par l'air ozoné, se condensent dans une série de tubes verticaux E, F et l'air est finalement chassé par l'éjecteur à vapeur G.

L'appareil est d'une manœuvre facile et fournit d'excellents résultats.

III. — Préparation des Eaux de table et de la Glace stérilisées.

Ces applications nouvelles et intéressantes de l'ozone méritent d'être décrites avec quelques détails. Elles démontrent que si l'ozone peut être utilisé pour le traitement de grandes masses d'eau, on peut l'employer avec avantage pour la stérilisation de quantités beaucoup plus faibles.

Préparation des eaux de table. — Chaque appareil se compose essentiellement *(fig. 26)* d'une hotte vitrée avec panneaux mo-

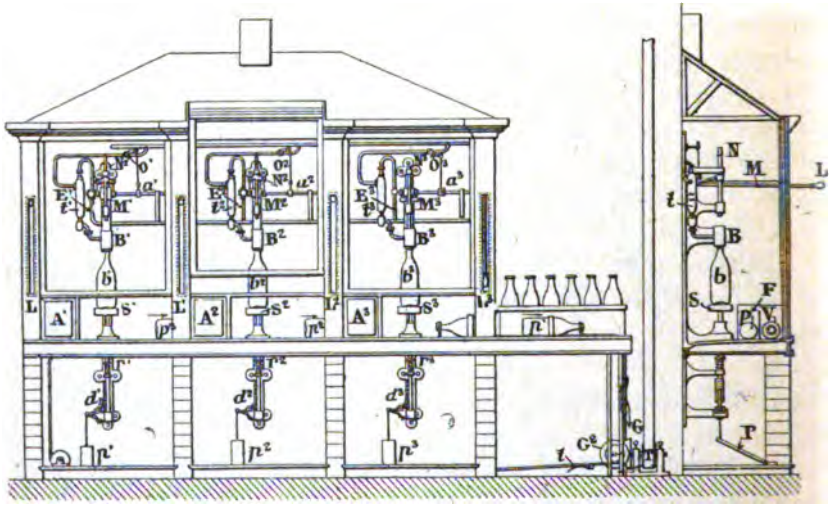


Fig. 26. — Appareil pour la préparation des eaux de table stérilisées.

biles, fermée à droite par deux portes, qui s'ouvrent et se ferment automatiquement pour laisser passer les bouteilles vides v^1, v^2, v^3, et les bouteilles pleines p^1, p^2, p^3, qu'amènent et ramènent deux toiles sans fin t animées par une transmission T.

Les appareils à remplir et à boucher les bouteilles se composent chacun (voir à droite de la figure) d'une armature en fonte fixée contre le fond de la hotte; cette armature porte un support S qu'on manœuvre au moyen d'une pédale P, qui commande un levier à encliquetage. Sur ce support est fixée la bouteille *b* qui vient s'appuyer contre une pièce en bronze B disposée pour servir à la fois à l'introduction de l'eau chargée d'ozone et au bouchage. Un levier L commande d'une part les robinets E et O

d'admission d'eau et d'ozone, d'autre part la tige N par l'intermédiaire de deux bras M disposés en forme de fourche.

A gauche de chaque appareil se trouve une ouverture A^1, A^2, A^3, munie d'un manchon en toile fixé sur le bras de l'ouvrier chargé de la manœuvre.

L'eau se charge d'ozone dans un mélangeur spécial *t* et arrive sous forme d'une émulsion gazeuse dans les bouteilles.

Le mélangeur *t* est formé par la réunion de trois trompes en verre dans un même manchon. Il fonctionne à la manière d'un émulseur, le liquide arrivant par la branche verticale aspire le courant d'ozone arrivant par la branche horizontale, et l'émulsion se produit à la sortie des cônes. On pourrait substituer à cet appareil soit une trompe simple, soit un agitateur mécanique quelconque. Quoi qu'il en soit, l'émulsion arrive dans la bouteille chargée d'un grand excès d'ozone qui provoque non seulement la stérilisation de l'eau, mais encore celle des parois internes du récipient lui-même. L'eau contenue dans la bouteille reste phosphorescente pendant quelques secondes.

Fonctionnement. — La manœuvre de l'appareil est la suivante : L'ouvrier est assis en face de son appareil, la main gauche passée dans l'ouverture A, le pied gauche appuyé sur la pédale; de la main droite, il tient le levier L. Le levier étant abaissé, il saisit de la main gauche une bouteille vide *v* que lui apporte la toile sans fin; il place cette bouteille sur le support et la cale en cessant d'appuyer sur la pédale. Il soulève le levier, les robinets E et O s'ouvrent, l'émulsion d'eau et d'ozone pénètre dans la bouteille. Pendant que cette dernière se remplit, il saisit de la main gauche un bouchon et l'introduit dans le cône que porte le manchon en bronze B sous la tige N. Dès que le remplissage est terminé, l'ouvrier abaisse le levier avec la main droite et tandis qu'il bouche la bouteille, il ferme du même coup les robinets E et O. Il saisit alors la bouteille avec la main gauche, appuie sur la pédale pour la dégager, et la place sur la toile sans fin qui la sort de la hotte.

Au lieu de boucher les bouteilles au liège, on peut les boucher à l'aide d'un bouchon de verre ou d'un obturateur mécanique quelconque.

Il va sans dire que le procédé et l'appareil que je viens de décrire ne s'appliquent pas seulement à la stérilisation de l'eau. On peut les utiliser pour stériliser tous les liquides : en parti-

culier le lait, le vin, les produits pharmaceutiques, les sérums, la bière, etc.

Appareil automatique pour la préparation de la glace stérilisée. — Cet appareil consiste en un dispositif d'ensemble analogue au précédent, mais permettant, en outre, de procéder à un bouchage automatique des vases.

Il se compose essentiellement *(fig. 27)* d'une grande hotte vitrée fermée à droite et à gauche par deux portes K et L, qui s'ouvrent et se ferment automatiquement pour laisser passer les caisses

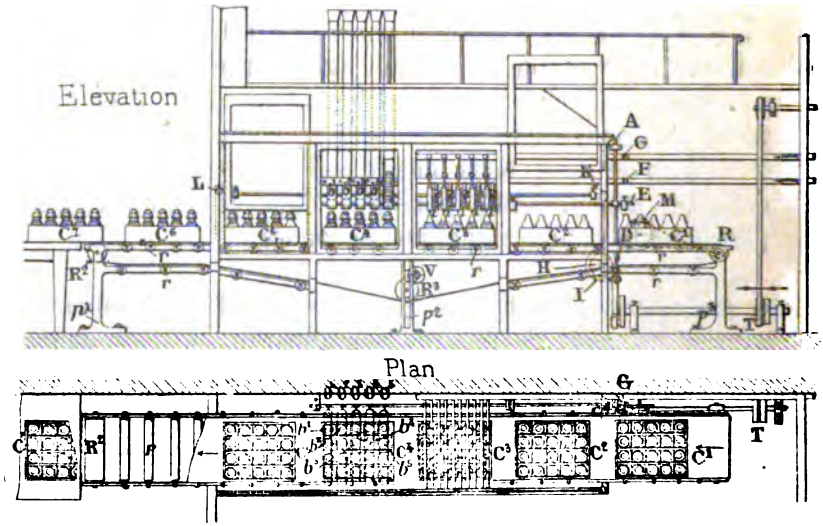


FIG. 27. — Préparation mécanique des carafes frappées.

C^1, C^2, C^3..., pleines de récipients destinés à contenir l'eau traitée, de carafes, par exemple.

J'indique dans la coupe (*fig. 28*, I) les détails du mécanisme qui provoque la marche automatique des caisses, l'ouverture et la fermeture des portes, l'ouverture et la fermeture des robinets G et F d'adduction d'eau et d'ozone, et qui actionne la transmission E qui commande le système de bouchage.

La partie essentielle de ce mécanisme est une tige AB à laquelle une transmission T communique un mouvement rectiligne alternatif.

La roue dentée H^1 porte une pièce h^1 qu'un doigt mobile H^2 fixé sur la tige AB, soulève à l'origine de chaque mouvement ascensionnel de cette tige par un jeu d'engrenages très simple h^2,

h^3. Les portes K et L s'ouvrent alors brusquement ; elles retombent, en vertu de leur propre poids, dès que le doigt H^2 abandonne la pièce h^1. La durée d'ouverture des portes, déterminée par la longueur du doigt H^2, correspond exactement au temps que mettent les caisses pour avancer d'un rang. Les robinets G et F sont munis de manettes *mm'* que commande la tige AB. Par un réglage convenable il est possible d'ouvrir ces robinets pendant le temps strictement nécessaire pour le remplissage des carafes.

La marche automatique des caisses se fait par l'intermédiaire

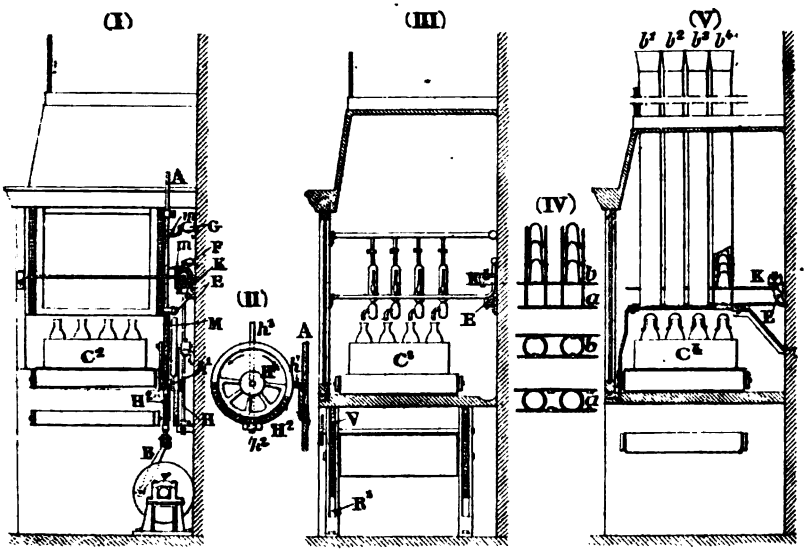


Fig. 28. — Détails de l'appareil pour la préparation des carafes frappées.

d'une roue à encliquetage M, que commande un doigt très résistant D *(fig. 27)*. Le rapport des diamètres entre la roue à encliquetage et le rouleau R, qu'elle commande par l'intermédiaire d'une transmission M, est calculé de telle manière, que la toile sans fin sur laquelle reposent les caisses est entraînée, à chaque mouvement ascensionnel de la tige AB, d'une longueur égale à la distance qui sépare les parties avant de deux quelconques d'entre elles.

J'indique dans les coupes *(fig. 28*, IV et V) le détail du système de bouchage. Ce système est commandé par la transmission E que la tige AB anime d'un mouvement circulaire alternatif. Cette transmission, par l'intermédiaire de cinq paires d'obtura-

teurs formés par des fourches O^1,O^2,O^3,O^4,O^5 *(voir le plan)*, à parties étranglées, laisse tomber en temps opportun un capuchon formant obturateur sur chacune des carafes qui viennent de subir l'opération du remplissage. Ces capuchons, qui peuvent être en verre ou en métal inoxydable, sont rangés par piles dans de grands tubes verticaux b^1, b^2, b^3, b^4. Ils descendent en vertu de leur propre poids. Ils portent à leur partie inférieure une couronne de feutre.

Le rouleau R^3 *(fig. 27)* est mobile dans le sens vertical. Il peut être abaissé à l'aide d'un mécanisme que commande le volant V et sert à tendre la toile sans fin.

L'eau et l'ozone se mélangent intimement dans de petits appareils t^1, t^2, t^3..., appelés triplettes, identiques à ceux que j'ai décrits plus haut.

Fonctionnement. — Les caisses garnies de carafes sont posées sur la toile sans fin et la transmission T est mise en marche. Quand l'appareil est complètement amorcé, voici dans quel ordre se font les opérations : l'encliquetage D provoque la marche en avant de tout le système. Les portes K et L s'ouvrent et se referment : la première, après avoir laissé entrer une caisse de carafes vides, et la seconde après avoir laissé sortir une caisse de carafes, pleines d'eau stérilisée, et bouchées.

Dès que le mouvement de la toile sans fin est arrêté, par suite de l'ouverture des robinets G et F, les carafes placées sous la batterie d'émulseurs se remplissent d'eau ozonée. Dans le même temps, les carafes pleines placées sous la série de tubes contenant les capuchons sont bouchées.

Ceci fait, par suite du mouvement de la tige AB, la toile sans fin reprend sa marche, entraînant de nouvelles caisses de carafes, et la même série d'opérations se répète indéfiniment. Les carafes qui arrivent dans la chambre de réfrigération sont soumises à une température inférieure à 0°. L'eau qu'elles contiennent est congelée.

En remplaçant les carafes par des mouleaux de formes appropriées, on peut faire des blocs de glace stérilisée.

IV. — Préparation de l'Iodoforme.

Le procédé que je vais indiquer et que j'ai découvert est intéressant, car il montre le rôle curieux et quelque peu paradoxal,

en apparence, que l'ozone peut jouer dans certaines préparations et en particulier dans celles d'un corps ne contenant pas d'oxygène comme le triiodure de carbone : CHI^3.

L'iodoforme se prépare généralement en faisant réagir l'iode en présence d'un alcali sur l'alcool.

MM. Cornélis et Gilles ont bien essayé de substituer à l'iode pur, l'iodure de potassium ; leur procédé consiste à traiter une solution alcoolique d'iodure de potassium par l'hypochlorite de chaux. Mais on obtient ainsi une masse cristalline confuse formée par un mélange d'iodoforme et d'iodate de calcium. Les rendements ne sont pas très élevés. De plus l'iodoforme obtenu est assez difficile à purifier.

Il est certain qu'un procédé qui permettrait de chasser intégralement l'iode d'une de ses combinaisons alcalines ou même des eaux mères provenant directement de l'épuisement des varechs, pour l'unir à un radical carboné capable de donner de l'iodoforme, réaliserait un grand progrès sur ce qui a été fait jusqu'ici ; l'ozone permet d'atteindre le but que je viens d'indiquer.

J'ai découvert en effet que si l'on traite par ce dernier un mélange d'iodure de potassium et d'alcool à la température de 50° centigrades, on obtient de l'iodoforme très pur. On peut opérer en présence d'un alcali ou d'un carbonate alcalin.

La fixation de l'iode mis en liberté par l'ozone sur un radical hydrocarboné, pour donner l'iodoforme CHI^3, est un fait des plus curieux. J'ai démontré moi-même, en effet, qu'en présence de l'ozone, l'iode s'oxyde facilement et s'unit alors énergiquement aux bases ; les affinités mises en jeu pour la formation de l'iodoforme sont donc plus puissantes que ces dernières.

L'iodoforme préparé à l'aide de l'ozone a une odeur moins forte que l'iodoforme ordinaire.

V. — Matières colorantes.

J'ai établi que sous l'influence de l'ozone le groupe CH de certaines leucobases se transforme en carbinol correspondant :

$$CH \longrightarrow C\,(OH).$$

Je poursuis l'étude de cette réaction qui présente un très grand intérêt pour l'industrie des matières colorantes.

VI. — Applications médicales.

Plusieurs savants ont démontré que l'ozone peut être employé avec beaucoup de succès dans le traitement de certaines maladies provenant de l'appauvrissement du sang ou du ralentissement des fonctions de la nutrition : anémie, chloro-anémie, etc.

La tuberculose, à ses débuts, peut être guérie par des inhalations prolongées d'ozone.

Hôpital Boucicaut. — Pour répondre au désir exprimé par M. le professeur Letulle, le savant praticien, et M. le docteur Labbé dont les travaux sur l'ozone sont bien connus, la *Compagnie de l'Ozone* vient d'installer dans les services de l'Assistance publique, à l'Hôpital Boucicaut à Paris, un ensemble d'appareils permettant d'ozoner **1 400** m^3 d'air à l'heure ; ils vont permettre de maintenir les malades dans une sorte d'atmosphère artificielle.

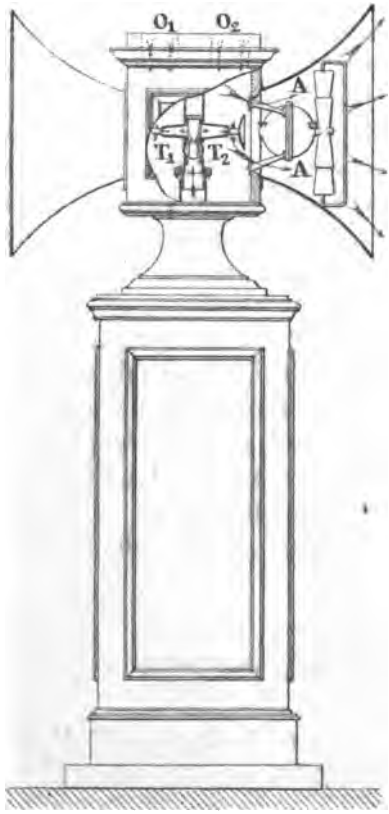


Fig. 29. — Distributeur d'air ozoné pour les hôpitaux.

L'installation présente quelques particularités intéressantes.

L'hôpital Boucicaut étant desservi par du courant continu à **110** volts, il a fallu transformer ce courant en courant alternatif de façon à pouvoir en élever la tension ; c'est ce que nous avons fait à l'aide d'un alterno-moteur. Cet appareil joue non seulement le rôle de transformateur, mais permet encore de communiquer aux ozoneurs leur mouvement de rotation.

Le courant alternatif qu'il produit, élevé à la tension voulue, est envoyé directement à une batterie de trois ozoneurs rotatifs.

L'ozone est amené dans les salles de malades à l'aide d'un petit

appareil d'aspect gracieux, que nous nommons ventilateur mélangeur.

Sur une colonne en bois *(fig. 29)* sont fixés deux pavillons à l'intérieur desquels se meuvent deux hélices mues électriquement. L'ozone est conduit dans l'appareil par les deux tubulures coniques T^1, T^2, dont un robinet permet de régler le débit; il se mélange intimement à l'air qui arrive suivant la direction des flèches marquées A, et les hélices des ventilateurs l'envoient dans la salle.

Un compteur enregistreur complète l'installation et permet de relever des diagrammes horaires de la marche des appareils.

Distribution de l'ozone à domicile. — Tout le monde ne peut avoir à sa disposition une installation aussi importante que celle que nous venons de décrire.

Nous avons étudié de petits modèles d'ozoneurs portatifs pouvant se brancher directement sur des circuits de distribution de lumière. Ces appareils ne sauraient être malheureusement confiés à des mains inexpérimentées. Aussi pour donner satisfaction à de nombreux malades, avons-nous songé à livrer à domicile de l'ozone pur soigneusement dosé, comme certains industriels livrent déjà de l'oxygène.

Fig. 30. — Appareil pour livrer l'ozone à domicile.

Nous représentons *(fig. 30)* l'appareil qui a été établi à la suite d'une nombreuse série d'expériences et d'essais. Il est constitué par un récipient en verre d'une capacité de 10 *l* environ; un solide clissage le protège contre les chocs. Le récipient est fermé par une tubulure métallique munie de deux robinets à virole et d'un ajutage sur lequel vient se fixer une poire en caoutchouc.

L'ozone contenu dans l'appareil est chassé en pressant sur la poire. En manœuvrant convenablement les deux viroles qui commandent les robinets d'air et d'ozone, on peut faire varier les proportions relatives de ces derniers.

Telles sont, rapidement passées en revue, les applications récentes réalisées dans l'industrie de l'ozone.

Les résultats acquis font bien augurer de l'avenir.

Ce que nous avons cherché à réaliser, c'est surtout une œuvre d'ensemble. Il fallait non seulement trouver des moyens propres à la production de grandes quantités d'ozone, mais on devait encore en indiquer les modes d'application pratique, étudier les conditions particulières qui doivent présider à leur emploi et mettre entre les mains des ouvriers des instruments d'un maniement commode et sûr.

L'avenir terminera l'œuvre que nous avons ébauchée et à la la réalisation de laquelle tant de chercheurs et de savants ont apporté le contingent de leurs forces, de leurs travaux, de leur intelligence et de leur volonté.

« Il n'y a pas de découverte dans la chimie moderne, a dit Frémy, qui soit plus importante que celle de l'ozone. »

Cette découverte est restée longtemps inexploitée. Il appartient maintenant aux industriels et aux ingénieurs d'en utiliser les ressources infinies.

QUELQUES CONSIDÉRATIONS

SUR LA

PRODUCTION DE L'OZONE

ET SON

APPLICATION A LA STÉRILISATION DES EAUX

PAR

M. X. GOSSELIN

Dans ces dernières années, la production et les applications de l'ozone sont sorties du domaine du laboratoire pour entrer dans l'industrie. Les Ingénieurs ont dû se préoccuper de créer un matériel satisfaisant aux conditions de simplicité, de robustesse et d'élasticité de production qui constituent les outils industriellement viables et capables de s'adapter aux besoins des grandes installations électro-mécaniques.

La conception d'un ozoneur à électrodes tournantes est tout au moins originale.

Mais il est permis de se demander si la rotation d'une électrode dans un appareil où se développent des différences de potentiels de plusieurs milliers de volts est une garantie de bon fonctionnement, et doit être considérée comme un pas en avant.

Prenons deux ozoneurs de même rendement, d'égale puissance, de résistance mécanique équivalente, le meilleur sera incontestablement celui dont l'isolement électrique général sera le mieux assuré.

Et précisément, une des difficultés qui se rencontrent dans la construction des ozoneurs, c'est le maintien de l'isolement des organes portés à des différences de potentiel aussi élevées. Or, il n'est pas douteux qu'il soit plus facile de maintenir l'isolement de pièces fixes que de pièces en mouvement.

La construction des alternateurs modernes en est une preuve. Les circuits portés à de hauts potentiels sont systématiquement maintenus au repos, parce qu'on obtient ainsi une plus grande

sécurité d'isolation. D'ailleurs, le mouvement d'une électrode ne se justifie que par la nécessité de couper les arcs qui éclatent dans l'appareil en ordre de marche et qui mettent en court-circuit franc les deux électrodes.

Mais ces arcs, n'est-il pas préférable, au lieu de les couper après leur formation, d'en empêcher la naissance?

Dans un organe de grande puissance, ces courts-circuits, même lorsqu'on les coupe instantanément, sont redoutables, et je ne crains pas d'affirmer que l'appareil qui en serait le siège serait rapidement perdu, entraînant avec lui la ruine de l'ensemble générateur qui l'alimente.

Pourquoi prohiber l'emploi des glaces? Le verre constitue un diélectrique pour ainsi dire idéal. Fragile aux chocs, il se comporte excellemment vis-à-vis des hautes tensions et jamais, au cours de nos expériences, non plus qu'en cours d'exploitation normale de notre usine d'Emmerin nous n'avons pu percer électriquement une feuille de verre, quelque mince qu'elle fût.

Que faut-il penser des pointes dont on garnit l'une et parfois les deux électrodes de l'ozoneur? La réalisation de ces grandes surfaces munies de pointes n'est pas pour simplifier la construction de l'appareil, surtout qu'on est dans l'obligation de les affleurer toutes à la même longueur avec une précision relativement minutieuse.

D'ailleurs, une surface, si plane qu'elle soit, se montre sous le champ du microscope hérissée d'une multitude d'aspérités. Ces pointes microscopiques sont imperceptibles au toucher aussi bien qu'à la vue, elles sont suffisantes cependant pour amorcer la décharge électrique et pour donner ces grandes et belles zones d'effluves d'une homogénéité et d'une efficacité parfaites, telles qu'on peut les admirer sur les ozoneurs de grande puissance, munis de glaces.

En ce qui concerne l'appareil de stérilisation proprement dit, c'est-à-dire l'appareil où se produit l'action de l'ozone sur l'eau, on peut affirmer sans contredit qu'il constitue l'objet principal sur lequel repose le succès de l'ozonisation.

C'est une erreur de considérer la stérilisation de l'eau comme une application ordinaire et facile de l'ozone. Quand on cherche à obtenir une réaction chimique quelconque, oxydation de matières organiques, résinification des huiles, etc., le mélange de l'ozone et du liquide à traiter n'a pas besoin, en général, d'être bien intime. Le gaz est envoyé d'une manière plus ou moins

rudimentaire au sein du liquide et la réaction se fait. C'est que dans ce cas, l'opérateur est puissamment aidé par un facteur naturel : l'affinité chimique. L'action oxydante de l'ozone fixe les molécules sur le produit réagissant; l'opération est pour ainsi dire automatique. La molécule d'ozone et la molécule du liquide se cherchent et s'attirent.

Quand il s'agit de la stérilisation des eaux, rien de semblable. L'affinité de l'ozone pour les matières organiques contenues dans l'eau n'existe pas, ou du moins est si faible qu'on ne saurait en attendre aucun secours. Le gaz ozoné ne produira son action que sur les particules matérielles qui auront été amenées au contact direct avec lui.

Si quelque filet liquide a échappé à ce contact, on ne peut pas compter que l'ozone, procédant par voie de dissolution, étendra son action à travers la masse liquide pour venir atteindre les particules restées inattaquées. La solubilité de l'ozone est trop faible pour que ce résultat soit possible. Sous peine d'un échec certain, le mélange sera donc entre l'eau et l'ozone, intime, moléculaire.

Il faut se rappeler qu'au sortir des appareils stérilisateurs on doit, de toute nécessité, obtenir un liquide *fini* sur lequel on ne pratiquera aucune opération quelconque ultérieure d'affinage. Car tandis que toute opération chimique industrielle livre, en général, un *produit brut*, mélange du *produit initial* et du *produit final;* tandis que le produit brut ne fournit le produit pur qu'après avoir été traité par distillation fractionnée ou par cristallisations successives, il est nécessaire, au contraire, que les appareils de stérilisation donnent, en une seule opération, un produit parfait.

Car si, au sortir de l'ozonisateur, on obtient un mélange du produit initial, c'est-à-dire de l'eau stérile, l'opération est manquée.

Quel moyen permettra d'obtenir un mélange intime du gaz et du liquide? Au laboratoire les méthodes abondent; industriellement, elles sont rares.

Le procédé le plus simple qui puisse s'imaginer consiste à enfermer dans un flacon une certaine quantité d'eau, un certain volume d'ozone et à mélanger le tout en agitant fortement pendant quelques minutes. Il se produit une émulsion suffisante pour que l'eau soit promptement stérilisée.

Transporté dans le domaine de l'industrie, ce procédé a donné

naissance aux méthodes de barbotage et d'insufflation d'air ozoné au sein de la masse liquide en traitement. Les appareils sont analogues aux cuves de carbonatation employées en sucrerie et bien connues de tous.

Des expériences ont été tentées pour la mise en œuvre de cette méthode. Les résultats obtenus sont discutables et, de fait, ont vraisemblablement été l'origine du doute qui a pu, à une certaine époque, planer sur l'ozonisation de l'eau. Les causes d'échec sont évidentes. On peut insuffler, dans une masse d'eau contaminée, un volume de gaz ozoné presque indéfini, sans arriver à la stérilisation : des filets liquides échappent au contact des bulles de gaz et empêchent le succès de l'opération. Pour prolonger le contact avec l'ozone, on se trouve conduit à augmenter la hauteur de la colonne liquide; ce mode opératoire exige alors que le gaz ozoné soit envoyé sous une pression élevée au sein du liquide. Or, toute compression tend à détruire l'ozone, et que dire des difficultés de construction d'une pompe destinée à recevoir et à comprimer un gaz aussi oxydant que l'ozone?

La pulvérisation d'un jet liquide entraînant l'ozone incorporé avec lui est susceptible de donner d'excellents résultats. Mais c'est à la condition expresse que la pression d'émission du jet soit considérable. Cette méthode avait attiré notre attention. Nous l'avons étudiée dans des expériences nombreuses, mais nous avons dû abandonner nos essais, parce que les pressions que nous devions atteindre pour obtenir un résultat favorable étaient à tous points de vue prohibitives.

On ne doit pas oublier, quand il s'agit du traitement de grands cubes, qu'une pression de 2 *atm*, par exemple, est excessivement onéreuse, qu'elle représente 20 *m* d'eau et que le travail exigé dans ce cas, pour la seule opération du mélange, atteint et parfois dépasse le travail des pompes élévatoires.

Un procédé analogue et qui, du reste, dérive du même principe que le précédent, c'est l'essorage de l'eau et de l'ozone mélangés dans des turbines centrifuges. Excellente comme procédé de laboratoire, cette méthode ne donne de bons résultats que si les pressions développées dans l'essoreuse sont considérables, et elle devient commercialement impossible pour les grands débits.

Mais toutes ces méthodes seraient-elles commercialement applicables qu'il faudrait encore en proscrire l'emploi, parce que les appareils qu'elles mettent en action sont métalliques.

L'ozone parfaitement sec attaque assez bien les métaux; à l'état humide, il les corrode profondément. Naturellement, on protège les parties métalliques par un émail, mais cet émail lui-même résiste insuffisamment.

La colonne de stérilisation de MM. Marmier et Abraham a permis d'obtenir un mélange moléculaire de l'eau et du gaz en ne dépensant qu'une chute de quelques mètres. Avant les expériences d'Emmerin sur les grands cubes d'eau, les avis sur la valeur de cet appareil étaient divisés. Mais les résultats obtenus sont formels et, n'en déplaise aux amateurs des procédés compliqués, MM. Marmier et Abraham ont transformé l'antique colonne d'absorption en un outil de bactériologie industrielle de premier ordre.

Une autre difficulté que présente la stérilisation de l'eau, c'est la nécessité d'employer l'air ozoné à une concentration commercialement considérable. On tue par l'ozone les microorganismes contenus dans l'eau, mais on ne les tue que par l'ozone concentré. Si on les soumet à un traitement par l'air ozoné à dose *thérapeutique*, on les aère, peut-être même on les vivifie, on ne les détruit pas. Ces microgermes se comportent dans une enceinte peu chargée d'ozone comme nous ferions nous-mêmes dans une chambre légèrement chargée d'acide carbonique. Une fois échappés à l'action de l'atmosphère nocive, c'est-à-dire une fois dans les bassins de réception d'eau, ils reprennent leur vitalité et avec elle toutes leurs propriétés pathogènes.

Cette nécessité de produire l'ozone à un haut degré de concentration nous force à éliminer, d'une manière absolue, les ozoneurs à *faible densité d'effluves*.

On a prétendu que ces ozoneurs ont un rendement en poids d'ozone au kilowatt supérieur à celui des ozoneurs intensifs. Le fait est discutable, et pour le vérifier il faudrait s'entendre tout d'abord sur un procédé de dosage de l'ozone. Mais quand un ozoneur dépense utilement une puissance de dix watts par mètre carré d'effluve, comme il arrive dans certains modèles à faible densité d'effluves, pour 100 kilowatts, et il faut bien en arriver à ces puissances quand il s'agit de la stérilisation des grands débits, pour 100 kilowatts, cet ozoneur comporte une surface totale de *10 000 m²* d'effluve.

Il n'y a pas lieu d'insister, 10 000 *m²* représentent 1 hectare... Nous sortons des mesures de mécanique pour tomber dans les mesures agraires...

Je ne discuterai ici pas la question de savoir si l'air doit être ou non desséché, s'il doit être ou non refroidi avant son passage dans l'ozoneur. On doit se demander si, dans un service public, il ne convient pas, avant tout, de rechercher la simplicité et d'éviter les appareils accessoires qui constituent comme de petites usines annexes desquelles le succès final vient dépendre.

En ce qui concerne les prix de revient on a indiqué le chiffre de 0,01 *f* par mètre cube. C'est, en effet, un chiffre qui peut se rapprocher de la vérité dans certaines installations.

Mais que comprend exactement ce chiffre de 0,01 *f*? Chacun sait fort bien que les prix de revient sont essentiellement variables, qu'ils sont différents dans chaque installation particulière et qu'on ne les fixe en général que par une étude approfondie des conditions de premier établissement de l'usine, de la durée de l'amortissement et des contingences de l'exploitation. D'ailleurs, à quoi bon chercher à établir d'une façon générale des chiffres qni ne peuvent avoir une signification générale ? Croit-on que dans chaque traité particulier l'intéressé ne saura pas sauvegarder ses intérêts et s'entourer, au sujet du prix d'exploitation des usines, de toutes les garanties désirables?

Il y a là une question de vitalité du procédé. Si les prix de revient sont excessifs, la stérilisation de l'eau devra rester dans le domaine du laboratoire. L'avenir décidera mais, dès aujourd'hui, les expériences faites autorisent à dire que les prix de revient sont vraiment d'ordre commercial dans tous les cas.

Ce que l'on peut affirmer formellement, c'est que le prix de 1 m^3 d'eau ozonée est inférieur toujours à celui du mètre cube d'eau amenée par une canalisation de grande longueur lorsqu'on fait, dans les deux cas, intervenir comme il convient les frais d'entretien de l'installation, l'intérêt et l'amortissement du capital engagé.

Dans un grand nombre de villes, l'eau revient aux municipalités à 0,15 *f* et même 0,20 *f* par mètre cube distribué au robinet du consommateur. Le prix de vente s'élève à 0,25 *f* et 0,30 *f* par mètre cube et, trop souvent, cette eau achetée si cher est une eau contaminée et malsaine. Eh bien! il faut que l'on tienne pour certain qu'avec un supplément de dépense toujours minime, presque toujours négligeable, cette eau délétère peut être transformée en une eau plus pure que la plus pure eau de source.

Il est hors de doute qu'une installation capable de stériliser un

débit journalier de 100 000 m^3 est d'une réalisation facile avec les appareils qui sont actuellement à la disposition des Ingénieurs.

En ce qui concerne les essais de Lille, on a bien voulu reconnaître, d'un commun accord, leur pleine réussite.

On a cependant argué qu'ils n'étaient pas absolument probants, parce qu'ils n'avaient porté que sur une eau limpide et qui ne contenait environ que trois à quatre mille germes par centimètre cube. Il faut remarquer que les eaux d'Emmerin, bien que limpides, sont éminemment fermentescibles. Après un séjour d'une nuit dans une carafe, l'eau prise sur la distribution de Lille se trouve, le lendemain, complètement putréfiée. Il s'agit ici d'observations faites, il est vrai, pendant la période d'été. Quoi qu'il en soit, le fait n'est pas pour caractériser une eau précisément excellente et qu'on puisse vraiment qualifier d'eau potable.

D'ailleurs, que l'eau soit limpide, c'est une condition primordiale hors de toute discussion. Quel consommateur accepterait une eau trouble ou même légèrement louche pour son alimentation ?

Aussi bien, outre les essais officiellement consacrés par l'expertise municipale de Lille, MM. Marmier et Abraham ont opéré sur des eaux de Seine prélevées à toutes les époques de l'année. Toujours l'eau traitée s'est trouvée stérile au sortir de nos appareils, et toujours les prix de revient du traitement sont restés industriels.

On s'est demandé si l'eau, une fois stérilisée, restait saine; la question, en effet, pouvait être inquiétante et avait préoccupé vivement M. le docteur Roux dès le début des essais de Lille. L'eau, une fois stérilisée, n'était-elle pas, à son tour, stérilisante? Ne conservait-elle pas les qualités antiseptiques susceptibles de devenir nuisibles à la santé des consommateurs? Si on doit en croire la théorie du *bon microbe*, chacun porte en soi une flore intestinale de microgermes qui agissent sur l'organisme d'une manière bienfaisante.

Si donc l'eau ozonée conservait des propriétés stérilisantes, elle pouvait devenir nuisible à la santé du consommateur par la destruction de ces microgermes utiles.

L'insolubilité presque complète de l'ozone faisait présumer que l'eau, après traitement, ne conservait aucune autre propriété que celle d'une eau parfaitement saine et bien aérée. Mais au cours des expériences de Lille, une longue série d'essais fut instituée par le docteur Roux et les résultats furent consignés dans

le rapport officiel de la Commission municipale. La conclusion de ces essais a été, aux termes mêmes du rapport, que « l'ozonisation de l'eau la rend *plus saine* et *plus agréable* pour la consommation ».

En résumé, on peut affirmer que la stérilisation des grands cubes est actuellement possible au point de vue commercial et industriel et que l'eau traitée par l'ozone est parfaitement saine et propre à l'alimentation.

Le Gérant, Secrétaire administratif,
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 1222-1-00. — (Encre Lorilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

FÉVRIER 1900

Deuxième Quinzaine.

N° 4.

CHRONIQUE

N° 242 B.

Sommaire. — Les premières locomotives. — Construction et aménagement des bibliothèques. — Limites pratiques de la transmission électrique de la force à distance *(Suite et fin)*. — L'électricité à bord des navires *(Suite et fin)*.

Les premières locomotives. — A l'occasion d'un article de M. Thomas Greener rappelant la part très importante qu'a eue Timothy Hackworth dans l'invention de la locomotive dont on est trop porté à attribuer tout le mérite à George Stephenson, article publié dans le *Journal of the Society of Arts*, M. Clément E. Stretton, l'écrivain dont l'autorité pour l'histoire de la locomotive est universellement reconnue, a adressé au même journal une intéressante note.

L'auteur se défend de vouloir trancher la question de priorité et décider sur le plus ou moins de valeur des revendications des différentes personnes qui ont participé à l'invention de la locomotive, il s'est pro-

posé simplement de rappeler divers faits peu connus de la grande masse du public et en relation directe avec la question.

En 1804, Richard Trevithick fit fonctionner dans plusieurs occasions une locomotive ayant des roues lisses et roulant sur des rails lisses; la chaudière de cette machine avait 1,83 *m* de longueur et contenait un carneau à retour de flamme formant foyer, la cheminée était par conséquent du même côté que la porte de chargement du feu et la vapeur sortant du cylindre unique était déchargée dans la cheminée au moyen d'une seule tuyère. Le 20 février 1804, Trevithick écrivait à M. Giddy (Davies Gilbert) une lettre (1), dont M. Stretton possède une photographie, disant que la machine avait marché plusieurs fois. Il ajoutait : « Le feu brûle bien mieux lorsque la vapeur s'échappe dans la cheminée que lorsque la machine est arrêtée. »

Le 4 mars 1804, dans une autre lettre, Trevithick revient sur le fait que la vapeur est envoyée dans la cheminée au-dessus du registre : « Cette injection dans la cheminée, dit-il, rend le tirage beaucoup plus fort. »

M. Samuel Homfray, dans une lettre du 10 juillet 1804, rappelle que la locomotive de Trevithick a fait deux trajets sur le tram-road (voie à rails plats) en traînant à chaque fois une charge de 10 *t*.

En 1808, Trevithick construisit une autre locomotive portant le nom de *Catch me who can* (en français *M'attrape qui pourra*) (2); cette machine roulait à la vitesse de 20 *km* à l'heure sur un chemin de fer circulaire établi sur un terrain situé sur l'emplacement actuel de la station d'Euston de la Compagnie du London and North Western Railway. Elle avait des roues lisses, la voie était en rails lisses, et l'échappement du cylindre unique était envoyé dans la cheminée par une seule tuyère. Des modèles des deux locomotives dont nous venons de parler sont conservés au musée de South-Kensington et peuvent être examinés par toutes les personnes qui s'intéressent à la question.

En 1813, M. Blackett, des houillères de Wylam et William Hedley construisirent deux locomotives, le *Puffing Billy* qui est actuellement au musée de South-Kensington et le *Wylam Lilly* qui est au musée d'Edimbourg. Ces Ingénieurs connaissaient bien les travaux de Trevithick, car M. Blackett écrivait : Si Trevithick a obtenu assez d'adhérence avec des roues lisses sur des rails lisses, je puis en faire autant. Ces deux locomotives de 1813 avaient l'échappement dans la cheminée, réalisé au moyen de deux tuyères, une pour chaque cylindre, et c'est précisément le bruit de la vapeur sortant par bouffées (puff) qui avait fait donner à la première de ces locomotives le nom de *Puffing Billy*.

Vers la fin de 1813, George Stephenson fit l'étude et commença la construction de sa première locomotive, laquelle fit son premier essai le 25 juillet 1814; il lui donna le nom de *Blucher*. Un des propriétaires de la houillère de Killingworth où Georges Stephenson était alors employé avait lui-même circulé à Londres sur la locomotive de Trevithick de 1808.

(1) Cette lettre et celle dont il est question plus loin figurent dans la vie de Trevithick écrite par son fils, publiée à Londres en 1872 et que nous avons eu plusieurs fois l'occasion de citer dans nos Chroniques.

(2) Voir Chronique de janvier 1885, page 110.

il savait donc bien qu'on avait assez d'adhérence avec des roues lisses sur des rails lisses. Il était donc tout naturel que la locomotive de Stephenson eût des roues lisses et deux tuyères d'échappement, une pour chaque cylindre.

En 1812, M. Blenkinsop se servait à sa houillère de Middleton d'une locomotive dans laquelle la vapeur sortant des deux cylindres s'échappait directement dans l'air, mais quatre ans plus tard, en 1816, il prolongea le tuyau et le fit pénétrer dans la cheminée en en redressant verticalement l'extrémité; le résultat fut que la machine put soutenir une vitesse double et traîner une charge plus forte. Cette locomotive portait le nom de *Blenkinsop*, celui de son propriétaire.

Entre 1814 et 1825, George Stephenson construisit seize locomotives, toutes avec deux tuyères débouchant dans la cheminée et, en 1825, Robert Stephenson et C^ie^ construisirent la *Locomotion* pour le chemin de fer de Stockton à Darlington. Cette machine avait aussi deux tuyères, avec lesquelles elle fonctionna jusqu'en 1841 et les a encore telle qu'elle est actuellement exposée à Darlington. *(A suivre.)*

Construction et aménagement des bibliothèques. — M. A. Claparède a présenté à la classe d'industrie et de commerce de la Société des Arts de Genève une intéressante communication sur la question de la construction et de l'aménagement des bibliothèques, spécialement en Amérique, communication dont nous trouvons un résumé dans le *Moniteur de l'Industrie et de la Construction*, qui est l'organe de cette classe.

Les bibliothèques ont pris aux États-Unis un essor vraiment extraordinaire, au point que ce serait commettre une grande faute que d'étudier la construction et l'organisation d'un bâtiment pour y loger de précieuses collections, si l'on se bornait à recueillir des données en France, en Allemagne ou en Angleterre, en négligeant d'examiner ce qui s'est fait en Amérique.

On donnerait un cours entier, tout un hiver, sur les idées qui ont été agitées, aux Etats-Unis, depuis une vingtaine d'années, en matière de bibliothèque, et ce ne serait pas du temps perdu.

Comme, dans ce pays, les institutions ont eu à se créer à peu près de toutes pièces et que les efforts se sont produits simultanément sur un très grand nombre de points, il s'est établi un contact entre des milliers de personnes qui avaient fait des expériences analogues et, grâce à l'esprit pratique de la race et à une sorte d'émulation activée par la publication d'ouvrages et de journaux spéciaux, et surtout par l'existence de la grande Association des Bibliothécaires américains, on a réussi à intéresser au mouvement les sphères officielles, si bien que de grands pas ont été faits dans le sens de l'établissement de règles et de méthodes uniformes relatives à tout ce qui concerne la création et l'administration des institutions qui nous occupent. Et qu'on ne croie pas que ces progrès ne puissent intéresser que des établissements fort richement dotés comme l'on en trouve beaucoup au delà de l'Atlantique; au contraire, le côté économique est pris d'une façon générale en très sérieuse considération et le mouvement est animé d'un esprit sincèrement démocratique.

Les deux buts fondamentaux d'une bibliothèque sont : 1° la conservation d'un nombre plus ou moins considérable de livres; 2° la mise à la disposition du public ou de certaines personnes de ces ressources littéraires.

Nous avons donc, d'une part, toutes les précautions à prendre en vue de la bonne conservation des livres; il faut les garantir contre l'humidité, contre trop de lumière, contre une élévation trop forte de température, contre les dangers d'incendie, la poussière et l'attaque des vers; il est nécessaire, en même temps, de pouvoir loger le plus grand nombre possible de volumes dans les locaux dont on dispose et les atteindre facilement. Le second but exige un service rapide, une surveillance des lecteurs dans leurs rapports avec les livres, un éclairage favorable des salles de lecture, une ventilation et un chauffage bien compris.

En un mot, les aménagements, qui varieront suivant que la bibliothèque est ouverte à la consultation seule ou aussi à la circulation, devront toujours tendre à la simplification de l'administration.

Une condition essentielle, et qu'on oublie ou néglige trop souvent, c'est de ménager, lors de la construction, la possibilité d'un agrandissement ultérieur de l'édifice.

La distinction entre ces deux buts se retrouve dans la conception des plans élaborés par les bibliothécaires américains.

Dans une série d'études sur la construction des petites bibliothèques, M. Oscar Bluemner, architecte à Chicago, a cherché à établir un *standard*, une bibliothèque type. Il s'agit d'édifier, le plus économiquement possible, un bâtiment pouvant recevoir un nombre de volumes déterminé, et cela dans les meilleures conditions voulues pour la bonne conservation et la facile distribution des livres.

Imaginons une construction rectangulaire, dont une moitié sera réservée à la bibliothèque proprement dite, ou magasin, et l'autre au public qui vient mettre à profit ses ressources. Donnons à ce rectangle une longueur de 5 *m*. Considérant une moitié de cette enceinte, nous plaçons le long des murs, dans le sens de la longueur du bâtiment, deux corps de bibliothèque. Entre eux et parallèlement seront disposés cinq corps identiques, mais doubles et sans séparation intérieure. Ces sept (ou plutôt douze) rangées de rayons sont séparées par six couloirs de 0,75 *m*, largeur minimum à conseiller, mais suffisante. Nous perçons le mur terminal de six fenêtres étroites et hautes, en face de chaque couloir. Autant que possible ce jour est celui du nord.

Les corps de bibliothèque n'auront au maximum que 2,20 *m* de hauteur, afin que tous les livres soient à portée de la main sans le secours d'une échelle; c'est une disposition généralement adoptée maintenant aux Etats-Unis. Cette hauteur comporte sept ou huit rayons; nous donnons à ceux-ci une longueur exacte et uniforme de 90 *cm* et une largeur de 20 *cm*. Ils seront ainsi interchangeables et il a été reconnu que la profondeur de 20 *cm* est suffisante pour 90 0/0 des volumes. Pour les volumes plus larges, on réservera deux rayons contigus, donnant ensemble la profondeur de 40 *cm*; on ne perdra ainsi qu'un rayon sur 20, mais on gagnera dans l'ensemble beaucoup plus de place.

Un couloir transversal est ménagé entre les fenêtres et l'extrémité nord du corps de bibliothèque; et, si nous donnons à ceux-ci un développement de 4 *m*, la lumière sera suffisante pour que tous les dos des livres soient convenablement éclairés.

En comptant de 27 à 30 volumes par mètre courant, M. Bluemner arrive à loger facilement dans cet espace, soit sur une surface n'excédant pas 40 *m*, et avec tous les dégagements voulus, de 9500 à 12000 volumes.

Et si l'on a soin de donner au début, à la salle, une élévation suffisante, on établira plus tard, lorsque tous les rayons seront occupés, un second plancher à la hauteur de 2,20 *m* avec une nouvelle série de rayons identique à la première; la capacité de la bibliothèque sera ainsi portée au double.

Voilà ce que les Américains appellent un *stack*, ou emmagasinement extrêmement compact de livres, dans une enceinte à étages bas superposés, avec le strict nécessaire en fait d'espace pour le service et pour la pénétration de l'air et de la lumière. *(A suivre.)*

Limites pratiques de la transmission électrique de la force à distance *(fin)*. — Au point de vue commercial, le cas est différent. Une ligne d'aussi grande longueur ne vaudrait la peine d'être établie que pour la transmission d'une puissance très considérable, et son coût, même avec un voltage très élevé, 40 000 volts, par exemple, atteindrait un chiffre formidable.

Il y a certainement peu de cas, s'il en existe même, où, à cause du bas prix de la puissance génératrice, ou du haut prix auquel on pourrait vendre le travail, une telle dépense trouverait sa justification.

L'auteur se souvient d'un cas qui lui a été soumis, et dans lequel une transmission de force à 320 *km*, paraissait devoir être une bonne affaire, car le charbon coûtait 250 *f* la tonne à l'extrémité de la ligne, mais la baisse de l'argent a empêché l'exécution du projet. Le succès ne dépendait, dans ce cas, que de la bonne exécution de la ligne.

La protection des conducteurs contre toute attaque extérieure est plus de la moitié du problème dans la question de la transmission électrique de force.

Les poteaux et consoles doivent être bien établis et assez forts, les isolateurs surveillés et vérifiés si c'est nécessaire, et la ligne préservée autant que possible de toute obstruction. D'une manière générale, il faut éviter les croisements avec d'autres lignes et les conducteurs doivent être préservés avec le plus grand soin du voisinage des fils de télégraphe et de téléphone. En fait, les dix-neuf vingtièmes des accidents arrivés à des lignes à haut voltage proviennent du contact accidentel avec des fils légers qui tombent sur elles.

On peut résumer la question au point de vue technique, en disant que, dès à présent, on peut employer pratiquement les tensions de 10 000 à 40 000 volts; les premières sont en usage depuis déjà longtemps d'une manière courante, et les dernières sont encore, en quelque sorte, un peu à l'état expérimental, mais néanmoins, ne présentent pas de difficultés sérieuses; cependant, les conditions de fonctionnement où

elles se trouvent, ne tardent pas à donner lieu à des inconvénients plus ou moins graves, dès qu'on dépasse sensiblement ce taux de tension. Jusqu'à 180 *km*, la distance ne donne pas avec les voltages et les fréquences ordinaires de difficultés autres que celles que la longueur de la ligne amène par l'augmentation de la surveillance nécessaire et, même à de plus grandes distances, on n'éprouverait pas d'inconvénients qu'une installation convenablement étudiée et réalisée ne puisse surmonter.

Au point de vue commercial, les limites dans lesquelles la transmission électrique de force doit se maintenir pour donner de bons résultats sont plus étroites. La théorie ne réussit pas à donner des chiffres suffisamment exacts. La question repose principalement sur le coût de la puissance génératrice et sur les prix de vente de la force transmise. On ne peut formuler de conclusions générales qu'en tirant pour ainsi dire la quintessence d'un grand nombre de cas particuliers. Ainsi, si on considère des transmissions de 500 ou 1 000 kilowatts, presque toutes franchissant des distances qui ne dépassent pas 25 à 80 *km*, on peut dire que ces installations réussiront si on trouve à vendre la force transmise. Entre 40 et 80 *km*, il faudra des circonstances très favorables pour assurer le succès. Entre 80 et 160 *km*, de grandes entreprises placées dans des conditions particulières pourront encore réussir, tandis qu'au delà de 160 *km*, les cas où l'installation de pareilles transmissions est justifiée sont très rares, bien qu'il puisse y en avoir. Ces indications sont d'ailleurs nécessairement assez vagues; elles expriment cependant à peu près exactement l'état actuel de nos connaissances dans la question.

A mesure qu'on augmente les voltages et les distances, on a à compter avec les phénomènes en relation avec la capacité électrique, surtout la résonance et la foudre. Pour surmonter ces difficultés, il faudra des études sérieuses et des expériences, mais le problème est loin d'être insoluble. Pour avoir des données précises, il faudrait pouvoir opérer sur une ligne transmettant 1 000 à 2 000 kilowatts à une distance comprise entre 250 et 500 *km* dans un climat favorable. Une transmission de ce genre est certainement possible et donnerait des résultats commerciaux satisfaisants si les conditions locales étaient favorables, tandis que notre expérience actuelle ne saurait nous donner des indications utiles pour des distances supérieures à celles qui viennent d'être indiquées.

Une occasion de réaliser une application de ce genre ne saurait manquer de se présenter avant longtemps et on pourra la saisir sans aucune témérité. Alors le terrain sera déblayé pour quelque temps et on pourra apprécier la valeur réelle de certaines objections sur lesquelles il est difficile de se prononcer actuellement. Des expériences sur une large échelle sont indispensables pour éclairer diverses questions d'un intérêt capital au point de vue de la transmission de la force à distance: celle-ci a encore un champ immense à parcourir, la distribution de la force prise dans les bassins houillers, par exemple, est une question qui a été à peine effleurée, même théoriquement.

Le XIX^e^ siècle n'a pas osé y toucher, c'est un des nombreux problèmes dont le XX^e^ siècle apportera la solution, mais seulement à la suite d'études sérieuses et de travaux persévérants.

L'électricité à bord des navires *(suite et fin)*. — Si l'emploi des moteurs électriques ne s'est pas répandu davantage dans la marine, c'est à cause des difficultés qui résultent de la variation de la charge dans les moteurs auxiliaires. Si on prend le cas d'un treuil, par exemple, il arrive souvent que la résistance qui s'exerce sur le câble ou la chaine devient assez forte pour amener l'arrêt de l'appareil, et l'intensité du courant peut s'élever à un degré dangereux pour la conservation du moteur électrique. On ne peut songer à protéger celui-ci par un plomb fusible, parce que l'interruption du courant supprimerait l'effort du treuil et, dans beaucoup de manœuvres navales, il est nécessaire de maintenir l'effort exercé.

Il y a deux méthodes pour surmonter cette difficulté, la première consiste à employer des moteurs avec enroulement en shunts, à marche continue et agissant sur les treuils, etc., par l'intermédiaire d'embrayages à friction ; le second moyen consiste dans l'emploi de commutateurs spéciaux reliés à des moteurs à enroulement en séries. De cette manière, le courant qui traverse les moteurs n'est point interrompu entièrement et, si le treuil ou autre appareil s'arrête et que le courant devienne trop intense, le circuit principal est interrompu et il reste seulement au *bye-pass* avec une résistance suffisante pour permettre le passage du courant de l'intensité maxima admissible.

Comme exemple de la première méthode, on peut mentionner un appareil à gouverner et un indicateur de barre établis sur la même disposition, le second étant, pour ainsi dire, un modèle réduit du premier. Un moteur électrique à enroulement en shunt remplace le moteur à vapeur ordinaire et fait tourner l'arbre principal de commande du gouvernail dans un sens ou dans l'autre par l'intermédiaire d'embrayages commandés électriquement depuis la passerelle. Le courant qui traverse les électro-aimants actionnant les embrayages est interrompu automatiquement par le déplacement de la barre du gouvernail et il faut une nouvelle impulsion imprimée depuis la passerelle pour que la commande du gouvernail se déplace de nouveau.

Une disposition de ce genre est en usage depuis un certain temps sur le steamer *Faraday* à titre d'indicateur, et a si bien réussi qu'on a l'intention de substituer la commande électrique à la commande actuelle à vapeur dès qu'on pourra trouver la place pour installer un matériel générateur plus puissant.

Mais ici apparaît un obstacle à l'introduction des moteurs électriques dans la marine, obstacle qu'on ne peut lever que par une disposition plus commode des chambres de machines pour l'installation de puissants générateurs d'électricité.

Ce desideratum paraît être bien reconnu actuellement et on peut espérer voir bientôt employer les moteurs électriques pour la commande de tous les appareils auxiliaires, ce qui aura le grand avantage de supprimer toute espèce de tuyautage partant des chambres de machines et chaufferies au grand profit de la sécurité et de la commodité du service à bord du navire.

On a déjà plusieurs fois émis l'idée de commander par l'électricité les machines principales d'un paquebot transatlantique, soit d'après le

système essayé par M. Heilmann pour les locomotives, soit au moyen d'accumulateurs. Bien qu'il n'y ait point, à cet égard, d'impossibilité de principe, on peut dire que, dans l'état actuel de la science, aucun de ces moyens ne paraît réalisable. Les machines marines sont les moteurs les plus légers qui existent par unité de puissance. On ne pourrait donc réaliser aucune économie de poids sur le moteur en faisant agir celui-ci sur des dynamos au lieu de le faire agir directement sur le propulseur. Le système Heilmann ne saurait donc se prêter avantageusement à la propulsion navale.

Il n'est pas plus pratique d'employer des accumulateurs pour actionner les moteurs électriques agissant sur les hélices, parce qu'on arriverait à un poids qui finirait par dépasser la capacité du navire. On peut s'en rendre facilement compte par quelques chiffres. Un navire de 6 000 *tx*, avec des moteurs développant une puissance de 3 000 *ch* indiqués, mettrait environ 130 heures pour traverser l'Atlantique, ce qui donne 1 200 000 chevaux-heure. Des accumulateurs fonctionnant dans de bonnes conditions donnent environ 22 watts-heure par kilogramme de leur poids, de sorte qu'un cheval-heure exige un poids de 34 *kg* d'accumulateurs. Le navire dont il s'agit devrait donc emporter une charge de 40 000 *t* d'accumulateurs pour une traversée transatlantique, c'est-à-dire de plusieurs fois son déplacement.

Il est probable que l'avenir nous réserve des découvertes qui permettront aux électriciens futurs d'aborder le problème de la propulsion électrique des grands navires avec quelques chances de succès, mais, pour le moment, l'emploi de l'électricité paraît devoir se borner à la commande des machines auxiliaires.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Décembre 1899

Rapport de M. Ed. Simon, sur le procédé de lisage automatique de MM. David frères, à Lyon.

Rapport de M. Ed. Simon sur l'Aide-Mémoire pratique de la Filature de coton, par M. P. Dupont, et sur l'Aide-Mémoire pratique de Tissage mécanique et en particulier du Tissage du coton, par M. V. Schlumberger et P. Dupont.

Les plaques de blindage, par M. L. Baclé. Conférence faite à la Société d'Encouragement, en novembre 1899 *(Suite et fin)* (1).

Notes de mécanique: foyer au pétrole Kermode; piloteuses roulantes pour chemins de fer (2); grue électrique tournante de 150 tonnes (3); laminoir Kennedy; indicateur des pressions moyennes de Ripper; essai d'un moteur à gaz Westinghouse de 125 chevaux; ravitailleur de Miller.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 2. — *13 janvier 1900.*

Distribution d'eau de la ville de Prenzlau, par Heinrich Scheven.

Stations centrales d'électricité, avec moteur à gaz, par M. Krone.

Les automobiles et leurs moteurs *(suite)*.

Groupe de Bavière. — Remarques sur les anciennes et nouvelles vues relativement à la construction des locomotives.

Groupe de Hambourg. — Préservatif de la rouille dit « Siderosthen ».

Assemblée générale de l'Association des siderurgistes allemands, à Düsseldorf, le 10 décembre 1899.

Progrès dans le laminage des barres pour fil de fer, principalement au point de vue de l'Amérique du Nord.

Bibliographie. — Tableaux de construction, pour dynamos, par E. Arnold. — Annuaire d'Electrochimie, par M. Nernst et M. Borchers.

(1) Voir *Informations techniques*, III[e] Section, n° 10.
(2) Voir *Informations techniques*, I[re] Section, n° 2.
(3) Voir *Informations techniques*, V[e] Section, n° 20.

Revue. — Coût de service des moteurs à gaz. — Le chemin de fer de la Jungfrau. — Le vapeur rapide *Deutschland.* — Grue de montage de l'Exposition Universelle de Paris.

N° 3. — *20 janvier 1900.*

Applications industrielles de l'air liquéfié, par C. Linde.

Appareils mécaniques pour la manutention et le magasinage des charbons et minerai de fer, par M. Buhle *(suite).*

La véritable formule de la rupture, par J. Kübler.

Les automobiles et leurs moteurs *(suite).*

Groupe de Franco ie et du Haut-Palatinat. — Transport électrique de force entre Vézère et Limoges.

Bibliographie. — Cours de métallurgie générale, par E. Fr. Dürre.

Fêtes du centenaire de l'Ecole technique supérieure de Berlin.

Fêtes du centenaire de l'Ecole technique de Carlsruhe.

Revue. — Aciéries japonaises de Wakamatra. — Mesures de protection de la propriété industrielle pendant l'Exposition Universelle de 1900. — Le cinquantenaire du fer à double T. — Grue de montage pour l'Exposition de Paris (1).

N° 4. — *27 janvier 1900.*

Mécanisme des bicyclettes, par R. Frank.

Aperçus sur les machines, leur construction, par E. A. Brauer.

Appareils mécaniques pour la manutention et le magasinage des charbons et minerai de fer, par M. Bühle *(suite).*

Variation périodique de vitesse des pompes à volant, par Fr. Wimbersky.

Groupe de Wurtemberg. — Grue roulante pour la manutention des marchandises en grandes masses.

Revue. — Chemin de fer monorail aérien de Barmen à Elberfeld. — Chemin de fer monorail de Behr. — Chemins de fer électrique en Allemagne.

(1) Voir *Informations techniques*, II° Section, n° 8.

INFORMATIONS TECHNIQUES [1]

Ire SECTION

Travaux publics, chemins de fer, navigation, etc.

1. — **Les chemins de fer russes en 1899.** — Nous reproduisons ci-dessous une intéressante notice sur les chemins de fer russes que notre collègne, M. L. Journolleau, a bien voulu nous adresser.

Dans le domaine des chemins de fer, les faits les plus importants qui se sont produits pendant l'année 1899, ont été la formation d'un ministère des voies de communication administrées précédemment par un département et la fin des travaux de construction du transsibérien dont le comité spécial passe dans la section des travaux neufs du ministère.

Bien que la mer Baltique se trouve actuellement en communication par le lac Baïkal avec l'Océan Pacifique, l'administration du transsibérien terminera seulement dans l'année courante la voie qui contourne le lac sibérien.

En ce qui concerne la création de nouvelles lignes, a été définitivement réglée et décidée la construction d'un chemin de fer entre Saint-Pétersbourg et Kieff, passant par Vitebsk, raccourcissant de 264 *km* la distance entre ces deux villes. La section Kieff-Vitebsk sera construite par l'État, tandis que la partie Saint-Pétersbourg-Vitebsk le sera par la Compagnie Moscou-Windau-Ribinsk.

A ce sujet, on doit signaler le rachat par cette Compagnie de la concession Saint-Pétersbourg-Tsarkoé-Selo et la transformation de cette dernière station en tête de ligne du nouveau chemin de fer de Kieff. Ce fait met fin aux prérogatives gênantes dont jouissait la petite ligne de Tsarkoe-Selo, la plus ancienne de l'empire, construite en 1835; elle possédait, en effet, une concession sans droit de rachat par l'Etat; son matériel roulant était exonéré des droits de douane et, en outre, elle jouissait d'un droit de monopole de transport et voyageurs pour les villes par elle desservies, au point qu'à l'époque de la création de la station Alexandrovsky à Tsarkoe même par le chemin de fer de Varsovie, ce dernier fut condamné à payer une très forte indemnité pour violation de ces privilèges exceptionnels.

Parmi les questions pendantes, l'année écoulée a vu décider la construction de la ligne Arzamass-Nijny sur la rive droite de l'Oka et la réunion au grand réseau des chemins de fer russes, par la rive gauche du Volga, du port d'Astrakan sur la Caspienne.

Les autres autorisations ont concerné des lignes d'intérêt local ne comportant ni subvention ni garantie d'Etat.

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de M. L. Périssé, Secrétaire.

Ces différents projets une fois exécutés porteront l'importance du réseau russe à 65 000 *km* ou plus exactement 60 585 verstes dont :

En exploitation	49 252	verstes.
En construction	9 050	—
A construire	2 283	—
TOTAL	60 585	verstes.

soit les 65 000 *km* indiqués plus haut.

Les 52 700 *km* ou 49 252 verstes en exploitation se répartissent comme suit :

Chemins de fer d'intérêt général en Russie d'Europe.	38 408	verstes.
— — en Russie d'Asie. .	5 222	—
Chemins de fer d'intérêt local	746	—
— du grand-duché de Finlande . . .	2 537	—
— en exploitation, mais non encore compris dans les tarifs généraux.	2 339	—
TOTAL 52 700 *km* ou	49 252	verstes.

dont 8 247 verstes à double voie.

Quant aux tarifs de transport, le comité spécial travaille, depuis une dizaine d'années à leur vérification. Ils sont appliqués depuis quelques années aux transports généraux.

Les tarifs de groupement sont à l'étude, on annonce leur application prochaine.

2. — **Piloteuses roulantes pour chemins de fer.** — On emploie sur une assez grande échelle aux Etats-Unis des batteuses de pieux montées sur plates-formes et roulant sur des voies de chemins de fer. Pour le transport, les montants se rabattent horizontalement. Une machine de ce genre, employée sur le Gulf Colorado and Santa Fé R. R. a 17,35 *m* de longueur, sur 3 *m* de largeur; elle est montée sur une plate-forme à deux bogies de 9 *m* de longueur et tourne sur un cercle de 3 *m* de diamètre dont le centre est à 10 *m* de l'axe de la sonnette et sur deux arcs de 4 et 4,35 *m* de rayon dont le premier dépasse de chaque côté la plate-forme au moyen de raccords supportés par des encorbellements que l'on rabat lorsqu'on emmène la machine.

Le batteur a 10,85 *m* de hauteur, il se rabat pour le transport; pendant le travail il est consolidé par des vis qui le relient à la plate-forme. Le mouton, qui pèse 1,100 *kg*, est manœuvré par un treuil Lidgerwood. L'emploi de cet appareil a donné les résultats moyens suivants pendant un travail de quarante-six jours et un battage de 1,267 pieux de 6,20 *m* à une profondeur moyenne de 4,20 *m*; durée du battage d'un pieu, 15 minutes, prix d'un pieu mis en place 26 francs (*Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, décembre 1899).

3. — **Chemin de fer du Klondyke.** — Nous avons signalé (voir *Informations techniques* d'avril 1899, page 646) qu'on était en train

de construire un chemin de fer pour relier l'Océan Pacifique aux districts miniers du Klondyke, sur la rivière Yukon.

Le chemin de fer White Pass and Yukon Ry est en exploitation entre Skagway et Bennett sur une longueur de 65 *km* depuis le 6 juillet 1899; la voie passe à la cote 960 *m* au-dessus du niveau de la mer pour redescendre à Bennett à la cote 700; les travaux n'ont pas demandé plus de sept mois; on continue la construction entre Bennett et White Horse, localité située à 175 *km* de la mer et on pense ouvrir cette seconde section en juin 1900.

On pourrait alors se rendre à Dawson City en moins de huit jours, puisque de White Horse on emploie la voie fluviale. Quant aux prix des transports, ils ont immédiatement baissé dans une énorme proportion; le prix de la tonne de Vancouver, terminus du Canadian Pacific, à Dawson, n'étant plus que de 600 francs, soit près de dix fois moins qu'il y a trois ans. L. P.

4. — Capacité du matériel de transport des chemins de fer des divers pays. — La disette de wagons qui s'est fait sentir depuis quelque temps presque partout donne un intérêt d'actualité à une comparaison, faite sous forme graphique, de manière à être rendue saisissante, par le *Scientific American*. Nous nous contenterons de donner les chiffres qui résument la situation.

Les chemins de fer des États-Unis possèdent 1 284 807 (1) wagons à marchandises, sans compter les wagons appartenant à des particuliers; ce chiffre est double de celui des wagons des chemins de fer anglais et à peu près quadruple des nombres correspondants des chemins de fer français et allemands.

Mais le nombre des wagons n'est qu'un des éléments, la capacité en est un autre; or, les wagons américains sont des géants à côté de leurs semblables européens; ces derniers peuvent porter de 5 à 8 ou 10 *t* en général, tandis que la capacité des wagons américains est de 10 à 20 *t* en moyenne. Il ne serait donc pas exagéré de dire que la capacité totale de transport des wagons à marchandises des chemins de fer des Etats-Unis est de trois à quatre fois aussi grande que celle des wagons des chemins de fer anglais et à peu près double de celle des wagons des cinq pays mis en comparaison avec l'Amérique.

Il n'est pas étonnant qu'avec une capacité de transport aussi large la quantité totale de marchandises transportées soit, aux États-Unis, très en avance sur celle des autres pays. Voici, en effet, les chiffres comparatifs pour 1898 :

États-Unis	912 973 800 *t*
Grande-Bretagne	437 042 300
Allemagne	275 628 000
France	120 487 000
Russie	97 140 000
Inde Anglaise	28 940 000

(1) Voir *Informations techniques*, n° 5. Février 1900, 2e quinzaine.

Les Anglais répondent que l'emploi de wagons de moindre capacité est plus convenable à leur genre de pratique et font observer à l'appui que l'utilisation de leurs wagons, c'est-à-dire le chargement moyen par rapport à la capacité, est plus grande qu'aux États-Unis. *(The Iron and Coal Trades Review*, 12 janvier 1900, page 76, article illustré.)

IIe SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, Machines à vapeur, etc.

5. — **Le record des trains lourds de voyageurs.** — Les journaux américains citent comme le train le plus lourd de voyageurs, connu jusqu'à ce jour, un train fait il y a peu de temps sur le New-York Central, entre New-York et Albany. Ce train se composait de seize véhicules dont nous donnons ci-dessous l'énumération et les tares. La longueur atteignait 366,60 *m*.

1	Wagon-poste	37 500 *kg*
2	—	39 500
3	Fourgon	39 000
4	—	40 400
5	Wagon-fumoir	21 200
6	Fourgon	29 200
7	—	29 400
8	Wagon-bar	45 300
9	Wagon-restaurant	46 200
10	Sleeping	44 700
11	—	46 200
12	Salon	45 700
13	Sleeping	47 300
14	—	47 000
15	Salon	35 800
16	—	45 300
	TOTAL	639 700 *kg*

Le poids des objets transportés par la poste a été estimé à 13 600 *kg*, les bagages à 6 800 *kg*, les messageries à 7 200 *kg* et enfin le poids des 600 voyageurs du train à 60 800 *kg*, total 68 450 *kg* qui ajoutés à la tare de 639 700 *kg* forment le chiffre de 708 150 *kg* pour le poids du train chargé.

La locomotive, du type à 10 roues, provenant des ateliers Schenectady, pesait 76 500 *kg*, dont 58 400 sur les trois essieux moteur et accouplés et 18 100 *kg* sur le bogie; le tender pesait 46 300 *kg* soit un poids de 122 800 *kg* pour le moteur, donnant ainsi 830 950 *kg* pour le train complet.

La distance de New-York à Albany est de 230 *km*, le temps accordé

par l'horaire est de 3 h. 15 m. avec deux arrêts intermédiaires, ce qui donne une vitesse moyenne de 70 *km* à l'heure. Le train dont nous parlons a gagné deux minutes sur le temps réglementaire.

En ne tenant pas compte des déclivités, on ne peut admettre moins de 5 à 6 *kg* par tonne pour l'effort de traction moyen relatif au train complet, dans lequel le moteur entre pour 15 0/0, on aurait de 4 150 à 5 000 *kg*, ce qui à 70 *km* à l'heure représente 1 040 à 1 300 *ch*, rien que pour le travail en palier.

6. — **Graisseur automatique.** — Un appareil automatique pour usage de graisses solides, de fabrication suédoise, est décrit dans l'*Engineering*, n° du 12 janvier dernier, page 47. Il présente la particularité d'avoir un débit très variable à volonté. Il comporte, comme d'habitude un cylindre qu'on remplit de matière grasse, laquelle est pressée par un piston dont la tige filetée est manœuvrée par un plateau à rochet, mais la manière dont le mouvement est communiqué à ce plateau est particulière et ingénieuse; les cliquets qui agissent sur la denture à rochet du plateau sont, par des renvois de mouvement faciles à comprendre, actionnés par l'oscillation d'un levier dont l'extrémité porte un galet excentré reposant par son poids sur l'arbre à graisser. L'excentricité du galet fait osciller le levier et, par conséquent, fait presser le piston sur la matière grasse. Comme on peut varier à volonté l'excentricité du galet, on peut varier de même l'amplitude de l'oscillation du levier et, par suite, la descente du piston. Ce système de graisseur dont la charge, pour le modèle ordinaire, correspond de 300 à 400 heures de marche, est construit par la Aktiebolaget Lubricator, à Stockholm.

7. — **Canon monté sur un tricycle.** — On vient de mettre en service dans l'armée des États-Unis un tricycle à pétrole portant une petite pièce d'artillerie. Voici exposée sommairement la disposition de cet engin :

Les roues d'arrière ont 0,915 *m* de diamètre et leur écartement est de 1,35 *m*, elles ont des rayons en bois emmanchés dans des cercles en métal et des bandages pneumatiques. Le bâti qui repose sur l'essieu de ces roues se prolonge à l'avant sur 1,50 *m* et porte la roue directrice. L'essieu d'arrière est actionné par un moteur à essence de 6 *ch* à 3 cylindres dont chacun a 0,115 *m* de diamètre et autant de course, l'arbre porte un lourd volant de 0,40 *m* de diamètre. Un réservoir cylindrique à l'épreuve de la balle contient un approvisionnement de gazoline suffisant pour un parcours de 300 *km*.

Le moteur peut être employé comme treuil, au moyen d'une corde qu'on attache à un arbre et qui peut servir à faire gravir au véhicule une inclinaison excessive ou à le sortir d'une fondrière. Le siège double placé au-dessus de l'essieu d'arrière reçoit quatre hommes assis dos à dos, deux dans chaque sens; on peut, en plus, mettre sur le véhicule l'équipement des hommes, une tente, des rations pour dix jours et 5 000 cartouches. Le poids propre du tricycle est de 400 *kg* et le poids avec le canon et tout l'équipement de 500 *kg*.

A l'avant se trouve sur un affût à trépied un canon à tir rapide auto-

matique de Colt du calibre de 7 *mm*; il peut tirer 480 coups par minute. La portée est de 1 800 *m*. Le canon a un champ de tir de 180°, donné par une vis sans fin agissant sur un cercle denté et un déplacement vertical considérable. Les cartouches ont des douilles en nickel et contiennent de la poudre sans fumée qui donne au projectile une vitesse de 670 *m* par seconde à la bouche. Le canon traverse un bouclier rectangulaire en acier au nickel. Le moteur est également protégé par des plaques de même métal.

L'inventeur de cet engin, qui peut rendre de réels services dans certains cas, est le major Davidson, de l'armée des États-Unis, qui s'est depuis longtemps occupé avec succès de l'application de la bicyclette aux opérations militaires (*Engineer*, 12 janvier 1900, page 48, article illustré).

8. — **Grue de montage de la section allemande à l'Exposition de 1900.** — Cette grue, très bien comprise, a sa charpente entièrement métallique composée d'une poutre de 27 *m* de longueur portée par deux montants verticaux; ces montants se bifurquent à la partie inférieure dans le sens de l'axe des voies sur lesquelles roule l'appareil et reposent chacun sur deux bogies à quatre roues. Les montants sont réunis au-dessus de la poutre par une arcade qui épouse la forme de la toiture de la galerie.

Il y a quatre moteurs électriques. La charge maxima est de 25 *t*; celle-ci est levée à la vitesse de 4 *cm* par seconde au moyen d'un moteur de 36 *ch*; l'avancement de la grue se fait à la vitesse de 30 *cm* par minute au moyen d'un moteur de 8 *ch*. La charpente pèse 70 *t* et les treuils moteurs, trucks, etc., 28 *t*. Il a fallu dix wagons de chemins de fer pour amener tout ce qui compose l'appareil. Celui-ci a été construit par la maison Carl Flohr, de Berlin. (*Zeitschrift der Vereines Deutscher Ingenieure*, 13 janvier 1900, page 66, article illustré.)

9. — **Le paquebot allemand *Deutschland*.** — Nous avons dit, dans les *Informations techniques* de Janvier 1900, deuxième quinzaine, quelques mots du nouveau paquebot allemand *Deutschland*, de la ligne de navigation Hambourgeoise-Américaine, mis à l'eau des chantiers du Vulcan le 10 janvier 1900. Quelques détails sur ce navire, qui doit être le plus rapide qui existe, au moins dans une certaine période de temps, seront lus avec intérêt.

Le *Deutschland* vient, comme nous l'indiquions, immédiatement après l'*Oceanic*, comme grosseur absolue, mais il le dépassera de beaucoup comme vitesse, car il a 1,43 *ch* indiqués par tonneau de déplacement, tandis que le paquebot anglais n'a que le rapport de 1 ou à peu près.

Le *Deutschland* a 209,40 *m* de longueur contre 209,10 *m* pour l'*Oceanic* et 194,40 *m* pour le *Kaiser Wilhelm der Grosse*. Sa largeur est de 20,50 *m* et le creux de 13,40 *m*. Le tonnage brut est de 16 000 *tx* contre 17 274 pour l'*Oceanic*. Le déplacement à pleine charge sera de 23 000 *tx* contre 28 500 pour l'*Oceanic*.

L'appareil moteur se compose de deux machines à quadruple expansion à six cylindres chacune, actionnant deux hélices de 7 *m* de dia-

mètre. Il y a deux cylindres à haute pression de 0,930 *m* de diamètre, un premier intermédiaire de 1,870; un second intermédiaire de 2,640 *m* et deux cylindres à basse pression de 2,700 *m*. La course est pour tous de 1,850 *m*. Les rapports successifs de volumes sont donc de 1, 2, 4 et 8,5.

La vapeur est fournie par 16 chaudières contenant 112 foyers et desservies par quatre cheminées de 4 *m* de diamètre et 34,50 *m* de hauteur. Ces chaudières doivent fonctionner au tirage forcé produit par quatre ventilateurs de 3 *m* de diamètre. La pression de la vapeur sera de 15 *kg*, la surface de chauffe totale de 8000 m^2. A 76 tours par minute, ce qui donne une vitesse de piston de 4,70 *m* par seconde, la puissance totale développée sur les pistons doit atteindre 33000 *ch* indiqués. En dehors des machines principales, il y aura 68 machines auxiliaires avec 124 cylindres à vapeur.

Sur la cale laissée libre par la mise à l'eau du *Deutschland*, on a mis immédiatement en chantier un paquebot de mêmes dimensions et même vitesse pour le Norddeutscher Lloyd. (Sources diverses.)

III^e^ SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

10. — **Les plaques de blindage.** — Cette seconde partie de la conférence de M. Baclé, conférence dont nous avons donné un résumé très succinct de la première partie dans les *Comptes rendus* du numéro du 15 janvier, débute par l'examen comparatif des conditions de recette appliquées aux divers types de blindages pour navires; ces conditions varient dans une mesure plus ou moins large suivant les pays et la nature du métal éprouvé. L'emploi du tir direct constitue la seule méthode précise et incontestée pour l'appréciation des qualités des blindages. Une partie importante est consacrée à l'examen des conditions dans lesquelles se fait ce genre d'épreuves et à un examen résumé des principaux essais comparatifs effectués sur les divers types de blindage dans divers pays : France, Angleterre, Allemagne, Hollande, Russie, États-Unis, etc. Cette partie est illustrée d'un grand nombre de reproductions des plaques soumises aux épreuves, avec la trace laissée par les projectiles qui les ont frappées.

Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'examen des essais effectués, depuis 1895, aux États-Unis, sur des plaques cémentées et sur les essais effectués, en France, sur les aciers durs pour masques d'affûts.

Nous citerons également une étude sur l'attaque des plaques cémentées par les projectiles coiffés, c'est-à-dire dont la partie antérieure est revêtue d'une enveloppe appropriée qui lui permet de traverser sans rupture la couche superficielle durcie du blindage. Ce procédé a donné lieu à des essais intéressants. La coiffe est quelquefois maintenue sur le projectile par simple aimantation, ce qui explique le nom d'obus ma-

gnétique quelquefois donné aux projectiles de ce genre. Il ne semble pas que ce système soit très pratique.

M. Baclé examine aussi la question, qui a pris une grande importance depuis quelques années, des cuirassements destinés aux ouvrages métalliques pour forteresses, pour lesquels on a commencé par employer la fonte dure; en présence des effets, sur cette fonte, des projectiles en acier forgé, on a dû la remplacer d'abord par le fer laminé simple, puis par le fer cémenté. La question reste, d'ailleurs, encore ouverte, mais, bien que le point de vue du poids ait moins d'importance, il semble que les progrès réalisés dans les blindages de navires doivent avoir leur répercussion sur les cuirassements de forteresses.

L'auteur entre, sous forme de conclusions, dans d'intéressants développements sur l'appréciation des progrès réalisés dans la fabrication des blindages depuis une vingtaine d'années, progrès qu'on peut formuler sous une forme saisissante dans les termes suivants : Une plaque en fer puddlé de 200 *mm* d'épaisseur, attaquée avec le canon de 194, exigera une vitesse de perforation de 385 *m*, laquelle devrait être de 471 *m* si la plaque était en acier ordinaire; à cette dernière vitesse correspondrait, pour le fer puddlé, une épaisseur de 280 *mm*, soit une majoration d'épaisseur de 40 0/0. Avec de l'acier spécial au chrome-nickel, la vitesse de perforation devrait être portée à 528 *m*, ce qui demanderait une plaque en fer de 330 *mm* d'épaisseur, ou une majoration de 65 0/0. Si, de plus, l'acier était cémenté, la vitesse devrait être de 612 *m* et la majoration d'épaisseur de la plaque en fer de 108 0/0.

Ces recherches, en apparence purement scientifiques, ont un intérêt pratique des plus considérables et, après avoir transformé la fabrication des produits purement militaires, ont exercé une influence des plus importantes sur l'industrie métallurgique en améliorant la qualité des produits destinés aux applications les plus diverses. *(Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, décembre 1899.*)*

11. — **Condenseurs pour fours à griller les minerais de fer.** — A Kolterbach, dans la Haute-Hongrie, la Compagnie de Wittkowitz exploite des minerais de fer spathique qui se trouvent injectés de veines de minerais argentifères et mercuriels. La présence du mercure oblige à condenser les gaz qui sortent des fours de grillage de ces minerais, avant de les laisser s'échapper dans l'atmosphère.

L'installation se compose de 36 fours coniques de 4,25 *m* de hauteur et de 80 à 100 m^3 de capacité contenant de 55 à 60 tonnes de minerai chacun. Ces fours sont fermés à la partie supérieure par des couvercles à charnière qu'on soulève pour le chargement. Il y a un tuyau central pour la prise des gaz avec un clapet automatique qui ferme ce tuyau quand le couvercle est levé. Les tuyaux se raccordent à une conduite générale de gaz aboutissant aux tours de condensation qui sont des constructions en bois avec des gradins portant des pierres calcaires sur lesquelles coule un courant d'eau continu. Il y a une tour par groupe de 12 fours. Les gaz sont aspirés par un injecteur à vapeur de Körting qui peut, avec de la vapeur à 5 *atm* de pression, entraîner 100 m^3 par minute, sous une hauteur d'eau de 0,10 *m*.

On traite environ 8 500 *kg* de minerai par four et par jour, ce qui donne pour l'année un produit de 55 000 *t* de minerais grillés contenant 52 à 54 0/0 de fer qu'on envoie par chemin de fer aux usines de Witt-kowitz, en Moravie.

Les produits contenant du mercure sont au nombre de trois ; des poussières recueillies dans les tuyaux de sortie des fumées et deux espèces de boues recueillies des eaux de lavage des tours, eaux qu'on fait reposer dans des bassins de décantation. Les poussières renferment jusqu'à 78 0/0 de mercure et les boues de 50 à 75 0/0. Les gaz sortant des condenseurs ne contiennent plus que de l'azote, de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau ; ils sont, par conséquent, tout à fait inoffensifs. Les poussières et boues mercurielles, recueillies comme il a été dit ci-dessus, sont chauffées avec les minerais de cuivre argentifère dans un four tournant de Czermak relié à un appareil de condensation formé de tuyaux en grès. En 1898, on a traité environ 400 *t* de résidus et on en a recueilli environ 5 500 *kg* de mercure *(Abstracts of Foreign Papers Inst. C. E.*, d'après le *Verhandlangen des Vereins zur Beförderung der Gewerbfleisses.)*

12. — **La production de l'or en 1898.** — La production totale de l'or dans le monde s'est élevée en 1898, à une valeur d'environ 1 milliard 1/2 de francs, exactement 1 494 600 000 *f*. Ce chiffre est en augmentation de 124 millions sur la production de 1897. Des statistiques détaillées sur la répartition de cette énorme production entre les divers pays, statistiques que publie le *Mining and Scientific Press*, de San Francisco, nous avons extrait les chiffres suivants donnant les seize contrées qui présentent les chiffres les plus élevés :

1 Afrique . . .	418 226	mille francs	9 Colombie	12 287	mille francs
2 Australie. . .	337 272	—	10 Guyane Anglaise.	10 650	—
3 Etats-Unis . .	335 208	—	11 Autriche-Hongrie.	9 667	—
4 Russie. . . .	132 408	—	12 Guyane Française.	8 559	—
5 Canada . . .	71 958	—	13 Brésil.	8 237	—
6 Mexique. . .	44 280	—	14 Venezuela. . . .	5 496	—
7 Inde Anglaise.	40 460	—	15 Corée.	5 304	—
8 Chine. . . .	31 600	—	16 Japon.	3 437	—

La production collective de ces seize pays étant de 1 474 960 000 *f* sur un total de 1 494 600 000 *f*, il ne reste que 19 à 20 millions pour toutes les autres contrées du monde. La plus grosse partie de ce reste est fournie par l'Amérique du Sud et l'Amérique Centrale, les autres pays qui figurent comme producteurs d'or ne donnent que des chiffres insignifiants. Ainsi on peut citer à titre de curiosité l'Italie avec 850 000 *f*, la Suède, avec 430 000, l'Allemagne avec 380 000 et l'Espagne avec 190 000 *f*. La Grande-Bretagne clôt la liste avec une production de 35 000 *f*.

13. — **Nouvelles mines d'or.** — On signale de San Francisco la découverte sur les bords du détroit de Behring, d'un nouveau district de mines d'or qui dépasserait en richesse même les placers du Klon-

dyke. La petite ville de Nome City, qui vient de se fonder dans le district du cap Nome, en septembre dernier, comptait déjà deux mois après 5 000 habitants ; elle est située à l'embouchure de la rivière Yukon à 160 *km* de Saint-Michael.

Les gisements aurifères ont été découverts, il y a un an, par trois prospecteurs suédois; le 18 juin de l'année dernière, la Compagnie d'exploitation de l'Alaska envoyait 120 prospecteurs qui, en quelques mois, reconnurent tout le district et commencèrent à construire des maisons de bois; dans le premier mois d'exploitation, la plus grosse pépite trouvée avait une valeur de 1 500 *f*, mais les pépites les plus fréquentes valent 250 *f*.

Malgré la grande cherté des vivres et bien que l'on ne puisse travailler que quatre mois à Cape Nome où, pendant l'hiver, le soleil est caché pendant plus de deux mois, on prévoit un grand « rush » de mineurs pour le mois de juin prochain.

L. P.

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle. Divers, etc.

14. — **Origine du zéro.** — Nous trouvons dans un article de M. Jules Michel, Ingénieur en chef au P.-L. M. sur le *Centenaire du Mètre*, article paru dans le *Correspondant* et dont un extrait est donné par le *Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes*, n° 8, 1899, le curieux passage suivant :

La commodité du calcul décimal, voilà un des grands motifs de la popularité du système métrique. Mais alors, dira-t-on, comment se fait-il que les savants de l'antiquité ne l'aient pas comprise et n'y aient pas eu recours aussi ? Les anciens avaient bien la numération décimale comme nous, mais ils ne pouvaient user du calcul décimal parce qu'ils ne connaissaient pas le zéro. Si étonnant que cela puisse nous paraître, habitués comme nous le sommes à le voir faire partie intégrante de nos chiffres, le zéro est d'invention récente.

Il a fallu le génie philosophique des Indous, aidé peut-être de l'esprit mercantile des Chinois, pour inventer un signe destiné à représenter le rien, ce qui n'existe pas. C'est chez ces deux peuples qu'on trouve, vers le VIe siècle après Jésus-Christ, la première mention d'un signe rond pour classer les chiffres dans l'ordre décimal qui leur appartient, le zéro nous serait parvenu par l'intermédiaire des Arabes vers le XIe ou le XIIe siècle seulement.

Avant cette époque, il n'était donc pas possible d'imaginer un système décimal et il n'est pas étonnant qu'il ait fallu plusieurs siècles pour faire comprendre le parti qu'on pouvait tirer de la division décimale des mesures actuelles. En 1670, un astronome célèbre de Lyon, nommé Mouton, fit ressortir tout l'avantage de ce mode de division et tous les savants qui, depuis, s'occupèrent de la réforme des poids et mesures ne perdirent jamais de vue que ce devait être une des bases essentielles de la réforme.

15. — **Le centenaire de l'École technique supérieure de Charlottenbourg.** — La récente célébration du centième anniversaire de la fondation de l'École technique supérieure de Charlottenbourg, près Berlin, appelle l'attention sur cette institution et l'influence considérable qu'elle a eue sur l'éducation technique aussi bien que sur le développement de l'art de l'Ingénieur justifie quelques détails sur la question.

L'instruction technique, dans le sens que nous donnons à ce terme, parait remonter, en Prusse, aux dernières années du règne du grand Frédéric, et le *Zeitschrift der Vereines Deutschen Ingenieure*, dans une étude sur le développement successif des diverses écoles techniques supérieures, donne des faits intéressants et amusants sur l'organisation de l'École de génie militaire qui a été le point de départ de l'institution dont nous nous occupons.

L'École actuelle a été formée par la réunion de deux autres : la *Bauakademie* ou école d'architecture et la *Gewerbeakademie* ou école industrielle. C'est de la création de la première qui date d'octobre 1799, qu'on est parti pour fixer la date du centenaire au mois d'octobre dernier. La Bauakademie était principalement consacrée à l'étude de l'architecture et de l'art de la construction ; elle compte parmi ses premiers professeurs Eytelwein qui en devint plus tard le directeur. Son domaine s'agrandit peu à peu et s'étendit dans le champ du génie civil surtout du côté des levés de plans, nivellement, construction de travaux publics, etc.

En même temps la Gewerbeakademie, sous l'habile direction de Wilhelm Beuth, se dévouait à l'instruction des jeunes gens dans les mathématiques, la physique et chimie appliquées, la technologie industrielle et un certain nombre de travaux manuels. Parmi les professeurs, on peut citer les noms bien connus de Wedding, Brix, Dove, Grashof qui furent les prédécesseurs des Reuleaux, des Slaby, Wagner, Riedler et autres.

Comme on pouvait s'y attendre, l'enseignement des deux écoles avait beaucoup de points communs, l'utilité de la fusion était dès lors indiquée. Elle s'opéra en 1879 et l'institution ainsi formée prit le nom d'École technique supérieure de Berlin. L'augmentation du nombre des étudiants et la nécessité d'installations plus commodes conduisirent à la construction de nouveaux bâtiments et l'école actuelle de Charlottenbourg fut inaugurée en 1884. Elle est déjà trop étroite, car, établie pour 2 000 étudiants, elle est obligée d'en recevoir aujourd'hui plus de 3 400.

L'influence de cette institution sur le développement industriel de l'Allemagne a été considérable et elle explique la solennité avec laquelle a été célébré le centenaire de sa fondation. C'est à cette occasion que l'empereur lui a accordé le droit de conférer le doctorat dans la science de l'ingénieur (on connaît l'importance que les Allemands attachent au titre de docteur), mettant ainsi l'École technique supérieure sur le même rang que les universités.

Une des parties les plus intéressantes de la cérémonie a été l'inauguration des statues de Werner von Siemens et d'Alfred Krupp, placées devant les bâtiments de l'Ecole et personnifiant les sciences appliquées dans deux de leurs représentants les plus éminents.

On ne saurait trop appeler l'attention sur l'influence que l'éducation technique a eue sur le développement matériel de l'Allemagne qui le reconnaît et ne lui marchande pas sa reconnaissance. Un conservatisme exagéré dans les questions d'éducation a souvent entravé les progrès d'un pays dans une mesure aussi considérable que des défauts d'une nature beaucoup plus apparente. (*Engineering Magazine*, janvier 1900, page 609.)

16. — **L'explosion d'Avigliana.** — A l'occasion de la terrible explosion qui s'est produite, le 16 janvier dernier, à la fabrique de dynamite Nobel, à Avigliana, et dont la cause n'est pas encore connue, nous croyons intéressant de donner quelques détails sur cette usine. Elle n'est pas seulement destinée à la fabrication des matières explosives, mais on y fait aussi divers produits chimiques, tels qu'acide sulfurique à différents degrés, acide nitrique concentré et ordinaire, sulfates de soude et de magnésie, acide carbonique, acide chlorhydrique, glycérine, etc.

L'usine est située à Avigliana et San Ambrogio, à 25 *km* de Turin; elle a été fondée en 1872 avec des capitaux suisses et italiens et emploie 300 ouvriers des deux sexes; elle occupe une superficie de 200 000 m^2 entourée de murs dont le développement atteint plus de 3 *km*. Dans cette enceinte se trouvent 314 bâtiments dont la surface couverte atteint 22 000 m^2. Une voie ferrée la relie à la station d'Avigliana pour desservir les nombreux magasins où sont logés les pyrites, le nitrate de soude, le sel ordinaire, les phosphates, etc. Les nombreux appareils mécaniques servant aux diverses opérations consomment une puissance collective de 1 700 *ch*. Cinq pompes aspirent dans la rivière d'Avigliana 216 000 *l* à l'heure et les refoulent à 34 *m* de hauteur dans un grand réservoir d'une contenance de 1 700 m^3. Cinq compresseurs compriment par heure 192 m^3 d'air à 5 *atm* pour le service de 37 monte-liquides destinés à l'élévation des acides, de la glycérine, etc.

L'éclairage des ateliers se fait par 580 lampes à incandescence de 16 bougies, alimentées par un courant produit par trois dynamos Thury. Une des parties les plus remarquables des usines d'Avigliana est l'installation pour la fabrication de l'acide nitrique, qui comprend 32 fours de distillation avec 284 bonbonnes et 4 tours en grès pour la condensation de l'acide. Les substances explosives qu'on y fabrique sont : la gélatine explosive et la dynamite, le coton, collodion et le fulmicoton, la balistite et la lanite. L'usine produit par jour 3 000 *kg* de nitroglycérine qu'on transforme en 70 000 cartouches de gélatine explosive et dynamite. (L'*Industria*, 21 janvier 1900, page 47.)

47. — **Installations de filtrage de la ville d'Albany.** — Un mémoire de M. Allen Hazen, lu devant l'American Society of Civil Engineers, décrit l'installation de filtrage d'Albany et forme une contribution intéressante pour la question de l'alimentation des villes en eau potable.

Albany est fournie d'eau prise dans l'Hudson, bien que ce fleuve soit pollué par les déjections de diverses villes placées en amont et même

par une partie de ses propres eaux d'égouts. Il n'est donc pas étonnant que les décès par la fièvre typhoïde aient pris une importance assez considérable pour faire prendre la question en considération. On décida de reporter la prise d'eau en amont de la ville et d'établir des filtres à action lente pour épurer les eaux.

L'installation comprend un bassin de dépôt de 115 × 183 *m* de superficie, d'où les eaux décantées passent dans huit filtres souterrains dont chacun a 36 × 78 *m*. Ces filtres sont placés au-dessous du sol et couverts, parce qu'à Albany la température est très basse en hiver. La construction entière est faite en briques vitrifiées et en béton. Les voûtes sont recouvertes de 0,60 *m* de terre gazonnée à la surface.

Les lits de filtrage sont formés de gravier de trois dimensions; la plus grosse est composée de fragments de 25 à 50 *mm*; elle est disposée autour des drains et couvre une partie du fond des filtres. La grosseur intermédiaire a de 25 à 10 *mm* et est disposée au-dessus de la première sur 50 *mm* d'épaisseur; elle est recouverte de gravier fin en grains de 5 à 10 *mm* sur 65 *mm* d'épaisseur. Au-dessus est placé un lit de sable ordinaire de rivière de 1,22 *m* d'épaisseur; ce sable étant lavé préalablement pour le débarrasser des matières organiques, d'argile, de chaux, etc.

Chaque filtre a une superficie de 2'800 m^2 et une capacité de 8 millions de litres par jour et, comme il y en a toujours un en cours de nettoyage, la capacité des sept filtres en service est de 56 millions de litres par jour. Mais ce chiffre est susceptible d'être dépassé, et la capacité des conduites, pompes élévatoires et canalisation est calculée à raison de 100 000 millions de litres par jour.

Cette installation a parfaitement réussi dès la mise en service. Elle a réalisé une réduction de 99 0/0 dans le taux bactériologique de l'eau, et on espère que la réduction des décès par la fièvre typhoïde suivra cette réduction. La capacité de filtrage prévue a été obtenue et, en plusieurs occasions, on a pu la dépasser de 33 0/0, c'est-à-dire obtenir 15 à 16 millions de litres par jour et par acre, soit 3 750 à 4 000 par 100 m^2.

La dépense totale s'est élevée à 1 500 000 *f* environ, dont 1 million pour la construction proprement dite. Un fait à signaler comme assez rare dans ce genre de travaux est que les devis n'ont été dépassés que de 4 0/0. (*Engineering News*, 11 janvier 1900, page 31, article illustré.)

V^e^ SECTION

Électricité.

18. — **Installation d'électricité à Cambridge.** — Ce qu'il y a de particulier dans cette installation, c'est l'emploi comme moteur de turbines à vapeur Parsons, dont la Compagnie propriétaire a fait une première application suivie d'une seconde commande.

Ce sont des turbines à sortie parallèle tournant à la vitesse de 2 700 tours par minute.

L'échappement se fait des deux côtés dans un condenseur à surface placé en dessous. A l'extrémité de la machine correspondant à la haute

pression, l'arbre se prolonge et porte une vis sans fin engrenant avec une roue dentée dont l'axe porte une manivelle commandant la pompe à air et la pompe de circulation du condenseur. Cet arrangement est pratique, car une de ces transmissions fonctionne d'une manière continue depuis quatre ans et est encore en bon état. La dynamo est accouplée directement à la turbine; elle est à quatre pôles et donne un courant à 2 000 volts avec 90 périodes par seconde. L'excitatrice est commandée par le même arbre, elle a une capacité de 5 kilowatts.

Il est intéressant de connaître les prix demandés pour cette installation de 500 kilowatts, par d'autres maisons proposant des moteurs alternatifs comparativement avec la turbine. Ces prix étaient A, 105 000 *f*; B, 136 000; C, 122 000; D, 125 000 et Parsons 120 500 *f*.

Mais, comme cette dernière proposition contenait l'installation d'appareils de condensation qui ne figuraient pas dans les autres et dont le prix est d'environ 25 000 *f*, le coût dans le dernier cas ressortirait, sans condensation, à 95 500 *f*, soit un prix notablement inférieur à la plus basse des autres propositions.

Comme dépense de vapeur, par cheval, voici les chiffres indiqués dans chaque soumission.

	25 °/₀ en plus de la pleine charge.	Pleine charge.	Demi-charge.
A.	»	12,7	15,4
B.	»	12,7	15,4
C.	11,5	12,3	14,5
D.	»	12,0	14.0
Turbine.	»	12,3	13,6

Dans les derniers chiffres sont compris les dépenses de vapeur pour le fonctionnement du condenseur de la turbine.

Voici les résultats des essais faits en octobre dernier aux ateliers du constructeur par M. J. H. Baker, Ingénieur de la Compagnie; on employait un condenseur indépendant.

Les divers essais ont donné chacun quatre heures :

Pression.	9	9,9	10,3	10
Vide.	0,629	0,621	0,673	0,698
Eau dépensée par heure	6 070	5 742	3 184	1 893
Travail en kilowatts	598	526,4	256,1	124
Eau par kilowatt-heure	10,15	10,91	12,44	15,25
Courant d'excitation en kilowatts.	3,5	3,3	3,1	3,0

Le fonctionnement de la turbine est absolument silencieux (*Engineer*, 12 janvier 1900, page 34).

19. — **Distribution électrique de force de Olten-Aarbourg** (1). — On a établi entre Aarbourg et Olten la grande station de bifurcation de chemin de fer Central-Suisse, une station de force motrice empruntant la puissance à l'Aar.

(1) Cette note nous paraît compléter utilement les renseignements contenus sur le même sujet, dans le mémoire de MM. Dumont et Baignères, Transport à distance de l'énergie électrique, inséré au *Bulletin* d'octobre 1897, page 476.

On a dérivé un volume de 100 m^3 par seconde avec une chute de 3 *m*, ce qui donnerait une puissance de 3 000 *ch* sur les arbres des turbines en admettant un rendement de 75 0/0 pour ces engins.

La station comprend dix turbines de 300 *ch* chacune, tournant à 28 tours par minute, six alternateurs superposés de 300 *ch* à 5 000 volts, actionnés chacun par une turbine et deux autres actionnés chacun par deux turbines. La partie hydraulique a été fournie par la maison Bell et C^ie^, de Kriens, près Lucerne, et la partie électrique par la maison Brown, Boveri et C^ie^, de Baden. Le champ de distribution de la force s'étend sur la superficie d'un cercle d'environ 15 *km* de rayon, allant au nord jusqu'à Laufelfingen, dans le canton de Bâle-Campagne, au sud jusqu'à Zofingue et à l'est jusqu'à Hirschthal, Entfelden, Schönenwerd, etc., localités industrielles du canton d'Argovie.

A la fin de 1898, l'installation dont nous nous occupons fournissait l'électricité à :

480 consommateurs	et comprenait
83 *km*	de transmission aérienne formée de
400 —	de conducteurs principaux équivalant à 99 *t* de cuivre.
40 —	conducteurs secondaires aériens et
115 —	conducteurs secondaires correspondant à 27 *t* de cuivre.
138 transformateurs	5 000/125 volts d'une capacité totale de 1 700 kilowatts.
10 500 lampes	d'un pouvoir total de 147 000 bougies, soit une moyenne de 14 bougies, représentant 520 kilowatts ou 700 *ch*.
125 moteurs	de 1/4 à 165 *ch* donnant un total de 1 100 *ch*.

La puissance totale représentée par l'éclairage et les moteurs est de 1 800 *ch*, ce qui, par rapport aux 2 400 *ch* développés sur l'arbre des turbines, donne un rendement de 74 0/0; 600 *ch* restant ainsi en réserve sur les 3 000.

L'installation a été faite en 1895 et 1896 et mise en service à la fin de 1896. La dépense totale s'est élevée à 4 millions de francs dont 2 880 000 *f* pour la station centrale proprement dite; le cheval ressort à 1 334 *f*. Ce prix est relativement élevé, ce qui tient aux difficultés présentées par la formation de la chute.

Les résultats de l'exploitation en 1898 se résument comme suit : recettes 302 000 *f* dont 68 000 pour l'éclairage, 217 000 pour la force; dépenses 140 000 *f* dont 53 000 pour dépréciation et amortissement laissant 162 000 *f* de bénéfice net, soit 4 0/0 du capital d'établissement. Le coût de la force fournie pour 10 à 12 heures par jour et 3 300 heures par an varie par cheval et par an de 210 *f* pour 1 *ch* à 170 *f* pour 50 *ch*. (*Engineering* 12 janvier 1900, page 40, article illustré).

20. — **Grue électrique tournante de 150 *t*.** — Cette grue a été construite pour la cale sèche du port de Bremerhaven (voir *Informations techniques* de février 1900, 1^re^ quinzaine) par les ateliers de construction de Benrath. Voici la disposition générale :

Un bâtis fixe, formé de quatre arcs-boutants inclinés et réunis par des traverses et des croisillons contient une colonne tournante reposant sur un pivot inférieur et sur une couronne à galets portée par la partie supérieure du bâti fixe. Sur la colonne tournante est une poutre formant pont roulant.

La hauteur de la grue est de 36 *m* au-dessus du quai. La volée utile entre le bord du quai et l'axe du crochet varie de 0 à 13 *m*. La rotation de la colonne s'opère par un moteur électrique de 36 *ch*; à la position extrême, le crochet se meut à la vitesse de 9,9 *m* par minute. La levée de la charge s'opère par deux moteurs électriques de 17,5 *ch* et les vitesses de levée sont respectivement de 0,68, 1,32, 3,08 et 6,20 *m* par minute pour des charges de 150, 75, 57 et 18 *t*.

Le déplacement du treuil sur le pont roulant se fait par un moteur de 26 *ch*, avec une vitesse de déplacement de 7,9 *m* par minute.

Le crochet de levée est suspendu à un câble en fils d'acier de 60 *mm* de diamètre dont la charge de rupture est de 150 *t*; il y a huit brins, de sorte que le coefficient de sécurité est de 8.

Le courant est fourni à la tension de 110 volts par la station centrale d'éclairage électrique du Kaiserdock; la transmission dans la partie tournante se fait par des bagues frottantes.

Le poids total de la grue est de 375 *t*, le pont roulant et le crochet pèsent 50 *t* environ; la grue a été mise en service le 24 octobre dernier. (*Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, décembre 1899, d'après le *Zeitschrift der Vereines Deutscher Ingenieure.*)

21. — **Application d'automobiles à la chirurgie.** — Un chirurgien très connu de New-York avait à faire, en s'aidant d'un appareil radiographique, une délicate opération dans une maison particulière d'un quartier assez éloigné où n'existait aucune prise de courant électrique.

En passant devant une compagnie de cabs électriques, il eut l'idée vraiment ingénieuse d'utiliser la batterie d'un de ces véhicules (104 volts).

On disposa immédiatement sur la batterie une prise de courant avec un fil de longueur suffisante et le cab transporta l'opérateur au domicile du malade.

Le fil partant de la batterie du cab fut introduit dans la chambre du patient au deuxième étage par la fenêtre et l'appareil de radiographie fonctionna à merveille.

Il est question d'organiser à New-York un service électro-médical pour conduire ainsi à domicile, dans des cas urgents où le malade ne peut ou ne veut pas être transporté, l'énergie nécessaire à la radiographie.

Dans le même ordre d'idées, il convient de signaler que l'hôpital de Chicago vient de mettre en service une voiture automobile d'ambulance; c'est une voiture électrique dont la vitesse peut atteindre 25 *km* à l'heure.

L. P.

Pour la Chronique, les Comptes rendus, et les Informations techniques :
A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

Ire SECTION

Analyse du rapport de la Commission d'études de la Compagnie Nouvelle du canal de Panama (1).

La Commission d'études, instituée conformément aux statuts de la Compagnie Nouvelle du canal de Panama, au moment où les dépenses faites par cette Compagnie ont eu atteint la moitié de son capital social, « pour se prononcer sur les résultats acquis par les travaux déjà exécutés et sur les conséquences à en tirer pour les suites de l'entreprise », expose dans son rapport le nouveau projet auquel elle s'est arrêtée pour assurer la continuation des travaux et l'achèvement du canal. Elle examine successivement les trois questions principales :

1° Le projet du canal à écluses ;

2° La question de l'aménagement de la rivière le Chagres, dont le canal emprunte la vallée, en vue de protéger celui-ci contre les dangers de ses grandes crues ;

3° La question de l'alimentation du canal, à l'aide de réserves retenues au moment de ces crues.

Ancien projet. — Avant d'exposer le nouveau projet, nous devons rappeler les grandes lignes du projet adopté en 1888 par l'ancienne Compagnie, auquel des circonstances connues de tous n'ont pas permis de donner suite. Le principe du canal à niveau primitivement adopté avait alors cédé la place à celui du canal à écluses, en vue de réduire en même temps les dépenses et le délai nécessaires pour l'exécution. Suivant les prévisions de ce projet, le canal devait être ouvert à la navigation en 1890.

Le tracé donnait au canal, entre les deux océans, une longueur de 74,500 *km*. Le bief de partage avait son plan d'eau à la cote + 49, et était relié à la mer, sur chaque versant, par cinq écluses, dont les hauteurs de chute étaient de 8 et 11 *m* ; ces écluses avaient une longueur utile de 180 *m* et 18 *m* de largeur libre. La section mouillée du canal avait 22 *m* de largeur au plafond et une profondeur de 8,25 *m*, avec des talus suivant la nature des terrains.

Pour l'aménagement des eaux du Chagres, on avait prévu la construction d'un barrage tout près du canal, à Gamboa, d'une part, pour assurer l'alimentation, d'autre part, pour retenir dans le réservoir ainsi créé, une partie du volume des crues extraordinaires ; un déversoir devait laisser écouler, dans les dérivations latérales destinées à rem-

(1) 1° Un volume in-8° colombier de 123 pages, avec atlas de 500 × 330 de 17 planches ; 2° un volume in-8° colombier de 127 pages avec 5 planches : 3° un volume in-4° cavalier de 74 pages, avec 6 planches. Société anonyme de publications périodiques, à Paris.

placer le lit du Chagres, un volume pouvant atteindre 1 200 m^3 par seconde; le surplus des crues était emmagasiné dans le réservoir.

Comme on n'espérait pas parvenir à établir le bief de partage à une cote plus basse que + 49, non plus que pouvoir élever avec sécurité le barrage à une cote assez élevée pour permettre une alimentation par la gravité seule, on avait décidé l'établissement de machines à vapeur élévatoires de 7 000 *ch*, pouvant fournir un débit de 16 m^3 par seconde avec une élévation de 24 *m*. Nous pouvons rappeler ici que d'autres projets avaient été proposés pour le même objet : l'un d'eux était de recueillir une force motrice hydraulique, qui aurait été utilisée, au moyen d'un transport de force électrique, à remonter l'eau d'un bief dans le précédent, en épargnant une part importante des dépenses d'exploitation.

Nouveau projet. — Le nouveau projet n'a conservé du précédent que le tracé lui-même, imposé par les conditions topographiques de la région traversée.

Profil en long. — Le profil en long a subi des modifications importantes, aussi bien dans le niveau des divers biefs que dans la position des écluses. Le plafond du bief de partage est à la cote + 20,75, et ce bief est réuni aux deux océans par quatre écluses sur chaque versant.

Profil transversal du canal. — Le profil du canal a une profondeur de 9 *m* et une largeur au plafond de 30 *m* dans les terres et de 34 *m* dans les parties rocheuses, en raison des inclinaisons de talus. Les écluses sont à deux sas accolés, pour faciliter la circulation dans les deux sens, et ont 225 *m* de longueur utile et 25 *m* de largeur libre; leur chute ne dépasse pas 9 *m*.

Aménagement des eaux du Chagres et alimentation. — La question capitale, qui a motivé le dispositif caractéristique du projet, est l'aménagement des eaux du Chagres, eu égard à ses grandes crues. La solution adoptée est la suivante :

Un barrage est construit dans la région du haut Chagres, à 15 *km* du canal, au lieu dit Alhajuela, pour créer un réservoir devant emmagasiner, d'abord l'eau d'alimentation nécessaire pendant la saison sèche, et aussi retenir momentanément une partie des crues extraordinaires.

Un autre barrage est construit au kilomètre 24, dans le voisinage du groupe d'écluses de Bohio, et réalise la création d'un lac artificiel de 5 500 *ha*, dans lequel les crues amortiront leur vitesse; le canal traverse ce lac suivant un chenal balisé. Des barrages-déversoirs permettent de régler le débit à laisser écouler de ces réservoirs.

Pour l'alimentation du bief de partage, les eaux suivent une rigole qui relie le premier barrage ci-dessus à ce bief. Elle aura à débiter 25 m^3 par seconde, volume reconnu nécessaire pour une alimentation convenable pendant la saison sèche.

On a reconnu que la crue la plus importante à laquelle on puisse avoir à faire face, correspond à un débit moyen de 2 600 m^3 par seconde pendant quarante-huit heures environ : si on laisse écouler

1 200 m^3 par les dérivations latérales, il reste à retenir environ 250 millions de mètres cubes dans les deux réservoirs ensemble. ce qui représente une tranchée de 3 *m* dans le lac artificiel, et une autre de 4 *m* dans le réservoir du haut Chagres.

Quand une crue importante viendra à se produire, le déversoir d'Alhajuela laissera écouler ses eaux dans le lit du Chagres, qui les conduira au lac intérieur; les déversoirs du lac laisseront à leur tour s'écouler les eaux jusqu'à concurrence d'un débit de 1 200 m^3, volume pour lequel sont établies les dérivations qui remplacent le lit inférieur actuel du Chagres, en utilisant les tronçons de son parcours, qui se trouveront en dehors de l'emprise du canal et qui seront isolées de lui par de petits barrages.

Le surplus des eaux apportées fera monter le niveau du lac de la hauteur dite plus haut, et on le laissera s'écouler dans la suite, une fois la crue terminée.

Barrages. — Le barrage du haut Chagres, tracé en courbe de 500 *m* de rayon et appuyé sur deux contreforts rocheux, aura en crête une longueur de 285 *m* et sera construit en maçonnerie de béton de ciment; il aura une hauteur totale, depuis sa fondation sur le rocher, de 52 *m* et pourra, en conservant une revanche de 3 *m*, supporter une retenue de 39 *m*.

Le barrage de Bohio, dont la longueur en crête sera de 392 *m*, sera construit en terre, avec une épaisseur maximum au pied de 130 *m* et en crête de 15 *m*; il sera garni, sur son talus amont, d'un revêtement en maçonnerie de 1 *m*, et, sur son talus aval, d'un perré en pierres sèches; de plus, le talus amont sera garanti par un parafouille en béton, et celui d'aval le sera par un massif de gros enrochements, qui le garantiraient au cas peu probable où le barrage viendrait à être noyé par une crue supérieure à celles prévues.

Ports d'extrémités du canal. — A Colon, il existe dès maintenant des installations suffisantes de wharfs, pour les opérations que peuvent avoir à effectuer les navires; cependant il est prévu, pour améliorer un abri actuellement incomplet, l'exécution, à l'entrée du canal, d'un garage de 1 000 *m* de longueur et 150 *m* de largeur.

A Panama où, précédemment, en raison du manque de profondeur, les navires devaient mouiller à 4 *km* en mer, auprès de l'île de Naos, pour débarquer leurs marchandises grevées ainsi d'un transbordement coûteux, le chemin de fer du P. R. R. a fait construire, ces dernières années, au débouché du canal, un appontement de 300 *m* de longueur, fondé sur des piles à air comprimé, qui comporte des hangars et des grues, et est raccordé à la ligne principale du chemin de fer. Le chenal creusé en mer en permet dès maintenant l'accès aux navires. Cet ouvrage a été construit par une maison française (MM. Daydé et Pillé, de Paris).

Déviation de la ligne du Panama Railroad. — Du fait de la création du lac intérieur, le chemin de fer doit être déplacé sur une longueur de 50 *km* environ, étant actuellement sur le terrain d'inondation.

Chemin de fer du haut Chagres. — Pour les travaux à faire dans la vallée du haut Chagres, du barrage d'Alhajuela et de la rigole d'alimentation, la Commission a décidé la construction d'une ligne de service de 16 *km* de longueur, pour relier ces travaux à la ligne du canal.

Délai d'exécution. — Les travaux, auxquels donne lieu le projet ci-dessus, exigent, en raison de l'échelonnement nécessaire dans leur exécution, un délai évalué à dix ans.

Nous pouvons rappeler que le délai primitivement prévu dans l'acte de concession du gouvernement colombien était de douze ans et prenait fin en janvier 1893; deux prorogations ont porté successivement ce délai à décembre 1900 et à octobre 1904; il y a donc à prévoir qu'une nouvelle prorogation de délai devra être demandée au gouvernement colombien pour donner suite aux travaux.

Estimation des dépenses. — La Commission détaille comme suit son estimation des dépenses, pour l'achèvement du canal, en y comprenant de fortes majorations pour imprévus et circonstances diverses :

Les terrassements à exécuter, pour le canal proprement dit, se montent à 50 800 000 m^3, se décomposant en 28 900 000 m^3 de terrain tendre et 21 900 000 m^3 de terrain dur ou rocheux; l'estimation en est de 242 millions de francs. Le cube extrait par l'ancienne Compagnie avait atteint 55 600 000 m^3 et avait coûté 443 millions de francs; mais on a l'assurance de pouvoir réduire beaucoup les prix unitaires. Les divers chapitres correspondent ainsi aux évaluations suivantes :

Terrassements du canal.	242 000 000 *f*
Écluses	137 000 000
Barrages et déversoirs	30 000 000
Dérivations	16 000 000
Rigole d'alimentation	23 000 000
Déviation du chemin de fer et chemin de fer du haut Chagres.	16 000 000
Installation de forces motrices.	13 000 000
Pour imprévus divers	35 000 000
DÉPENSES TOTALES DES TRAVAUX.	512 000 000 *f*

Ed.-Ch.-L. HENRY.

La plomberie au point de vue de la salubrité des maisons : eau, air, lumière, par S. STEVENS HELLYER, traduit de l'Anglais sur la cinquième édition, par G. POUPARD fils (1).

M. Stevens Hellyer s'est surtout attaché dans cet ouvrage à étudier la plomberie au point de vue spécial de l'assainissement. Il s'est principalement limité à la description et à la critique des appareils qui lui sont propres.

(1) Un volume in-8° de VIII-327 pages avec 329 figures et 23 planches. — Ch. Béranger (successeur de Baudry) éditeur.

Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que la disposition et le genre des habitations de Londres, comparées à nos maisons de Paris, et un peu aussi la différence des mœurs et des habitudes, ne permettront pas toujours de mettre en pratique les mêmes applications, sans les modifier; par contre, les châteaux, les maisons de campagne, certains bâtiments tels qu'hôpitaux, collèges, etc., pourront davantage emprunter et réaliser les mêmes garanties sanitaires que chez nos voisins.

Nous sommes heureux, en la circonstance, de pouvoir constater les progrès de toutes sortes accomplis chez nous depuis une douzaine d'années, c'est-à-dire depuis qu'on a commencé à s'occuper des questions d'assainissement.

Premières visites à l'Exposition de 1900, par M. Max de Nansouty (1).

L'auteur a suivi, depuis son origine, la construction de cette grande œuvre; il en relate, avec la précision documentaire souhaitée, les étapes, les espérances de succès, ainsi que les difficultés, si bien surmontées, d'organisation et d'exécution. Mais il ne se contente pas de nous donner l'aspect extérieur des choses : il étudie *ab ovo* ce que l'on pourrait appeler la philosophie même de cette entreprise colossale.

Comment circulera-t-on dans ce résumé du Monde que l'on vient de construire à Paris? De quoi sont faits ces Palais que l'on admire? Comment sont alimentés ces foyers électriques dont le ruissellement lumineux éblouit? Quelle a été l'œuvre obstinée des architectes, des Ingénieurs, des organisateurs de tout ordre, et que vont-ils nous montrer? C'est ce que l'auteur nous apprend, en donnant à chaque manifestation du progrès sa place primordiale dans l'ensemble, et en dégageant savamment de l'ensemble des travaux ceux qui ont été les plus remarquables et les plus caractéristiques.

Tramways et automobiles, par MM. E. Augamus et L. Galine (2).

L'industrie des transports a pris, depuis le commencement du siècle, une extension considérable, et les progrès réalisés dans cette voie ont simplement répondu aux besoins croissants des populations.

La mise en œuvre d'agents mécaniques pour le transport en commun des voyageurs, dans les grandes villes et leur banlieue, a donné naissance aux applications les plus diverses; la présente étude classe méthodiquement les différents genres de traction. Chaque application particulière est traitée dans cet ouvrage de manière à la différencier très nettement des systèmes analogues. Les essais les plus récents et les ten-

(1) Un volume in-12° de 328 pages avec 50 figures. — E. Flammarion, éditeur.
(2) Un volume grand in-16° de 481 pages avec 234 figures. — Veuve Ch. Dunod, éditeur.

tatives intéressantes des inventeurs français et étrangers ont été consignés et décrits dans leur ensemble.

La partie qui traite spécialement des automobiles a été tenue au courant des perfectionnements les plus récents présentés au public par les constructeurs. Puisés aux sources les plus autorisées, les exemples choisis sont généralement ceux que la pratique a sanctionnés et que le public accueille avec le plus de faveur.

Voies de communication, rôle économique et social, par M. E. Campredon (1).

Dans la première partie de cet ouvrage, ornée de quelques cartes intéressantes, l'auteur suit chacune des cinq grandes voies (routières à électriques) et étudie leur développement matériel et économique dans l'histoire. Il faut, notamment, signaler une remarquable vue d'ensemble sur les chemins de fer du monde moderne, sur le rôle qu'ils jouent plus particulièrement, pour chaque pays, dans l'acquisition, la circulation et la répartition des richesses, ainsi que dans le développement de la civilisation générale des peuples, et un magistral résumé de l'histoire du commerce du monde où l'auteur passe en revue l'importance commerciale et économique des diverses civilisations qui se sont succédé sur le globe jusqu'à nos jours.

Dans la deuxième partie, plus restreinte, l'auteur étudie l'influence morale des voies de communication et les modifications qu'elles ont apportées aux gouvernements, aux administrations et aux associations modernes.

Cet ouvrage se divise en six chapitres, savoir : Routes, Voies ferrées, Voies navigables, Voies maritimes, Voies électriques, Rôle social des voies de communications. Sept cartes renseignent sur : la Route de Konakry au Niger, les Voies ferrées des États-Unis, les Voies de communication de l'Europe centrale, les Chemins de fer du nord-est de la France, la Russie d'Europe, le Transsibérien et le Transchinois.

Sous un volume relativement restreint, cette étude renferme une très grande quantité de documents des plus intéressants.

(1) Un volume grand in-16° de 515 pages avec 7 cartes. — Veuve Ch. Dunod, éditeur.

OUVRAGES REÇUS

Du 5 Janvier au 2 Février 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Agriculture.

BOUTILLY (V.). — *Le thé. — Sa culture. Sa manipulation*, par V. Boutilly (in-8°, 240 × 140 de 108 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898 (Don des éditeurs). 39480

Colmatage des Polders de Hollande. Hillegom. 2 (une feuille 550 × 680) (Don du Ministerie van Waterstaat Handel e Nijverheid). 39414

LECOMTE (H.) et CHALOT (C.).— *Le cacaoyer et sa culture*, par H. Lecomte et C. Chalot (in-8°, 240 × 140 de 121 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1897 (Don des éditeurs). 39518

LECOMTE (H.). — *Le café. Culture, Manipulation, Production*, par Henri Lecomte (in-8°, 240 × 140 de 342 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Don des éditeurs). 39479

LECOMTE (H.). — *Les arbres à gutta-percha. Leur culture.* Mission relative à l'acclimatation de ces arbres aux Antilles et à la Guyane, par Henri Lecomte (in-8°, 240 × 140 de 96 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Don des éditeurs). 39478

Chemins de fer et Tramways.

AUCAMUS (E.) et GALINE (L.). *Tramways et automobiles*, par E. Aucamus et L. Galine (Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics) (in-16, 185 × 125, de x-481 p. avec 234 fig.) Paris, Vve Ch. Dunod, 1900 (Don de l'éditeur). 39473

MARTIN (H.). — *Le chemin de fer de la Jungfrau*, par Henry Martin (Extrait du Journal le Génie Civil) (in-8°, 240×160, de 64 p. avec 2 pl.). Paris, Publications du Journal le Génie Civil, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39475

Chimie.

EVERLING (H.). — *Le Papier, Journal de l'Industrie du Papier et des Industries connexes, et Revue de la Presse professionnelle internationale, paraissant les 5 et 20 de chaque mois*, publié par H. Everling. Première année, 1898, Nos 1 à 24 (Manque le N° 3 dont l'édition est épuisée) (Don de M. H. Everling). 39481 à 39503

Construction des machines.

Associazione fra gli Utenti di Caldaie a Vapore, avente Sede in Milano. Esercizio 1897. Anni settimo (in-8°, 265 × 185 de 95 p.). Milano, 1897. 39504

Éclairage.

British Association of Gas Manager. Report of Proceedings. Years 1865 to 1881 (17 vol. in-8° 225 × 140). London, Published by the Association (Don de M. S. Jordan, M. de la S.). 39447 à 39463

The Gas Institution. Transactions for the 1882 to 1889 (8 vol. in-8° 225 × 140). London, Published by the Institution (Don de M. S. Jordan, M. de la S.). 39464 à 39471

Économie politique et sociale.

Accidents du travail. (Assurance des Risques de la Loi du 9 avril 1898.) A MM. les Présidents des Chambres syndicales. A MM. les Industriels et Entrepreneurs français. Caractère et fonctionnement du Syndicat de garantie de l'Union Parisienne des Entrepreneurs et des Industriels (in-8°, 235 × 155, de 16 p. et in-4°, 270 × 220, de 34 p.). Paris, Siège social, 110, Rue de Richelieu. 39505

Annuaire de l'Industrie française et du Commerce d'exportation. Tarifs des Douanes françaises et étrangères. Édition 1899-1900 (in-8° 280 × 200, de XXXIII-XVI-650-LII-XXII-232 p.). Paris. Administration, 20, Boulevard Montparnasse, 1900. 39476

Guide de l'immigrant à Madagascar. Publié par la Colonie, avec le concours du Comité de Madagascar (Gouvernement général de Madagascar et dépendances) (3 vol. 255 × 165 avec 1 atlas 355 × 280). Paris, Arthur Colin et Cie, 1899 (Don de l'éditeur, de la part du général Galliéni). 39417 à 39420

Enseignement.

JOURDAN (Ed.) et DUMONT (G.). — *Les Écoles de commerce en Autriche-Hongrie*, par Ed. Jourdan et G. Dumont (in-8° 215 × 135 de 24 p.). Paris, Nony et Cie, 1900 (Don de deux exemplaires par M. G. Dumont, M. de la S.). 39415

Université Laval. Facultés de Montréal. Rapport officiel de l'année académique 1898-1899, lu à la séance de rentrée, le 11 octobre 1899, par M. l'abbé G. Bourassa (in-8°, 220 × 145 de 24 p.). Montréal, Arbour et Laperle, 1899. 39506

Université libre de Bruxelles, 65e année académique. Rapport sur l'année académique 1898-1899 (in-8°, 235 × 155 de 128 p.). Bruxelles, Émile Bruylant, 1899. 39507

Géologie.

Uzielli (G.). — *Di alcune proprietà delle rocce e delle terre in relazione alla ricerca di acque potabili e alla perforazione delle gallerie*, per Gustavo Uzielli (in-8°, 215 × 140 de 50 p. avec 1 pl.). Firenze-Roma, Tipografia dei Fratelli Bencini, 1899 (Don de l'auteur). 39424

Klett. — *Die Ems in hydrographischer und hydrologischer Beziehung*, von Klett (Separat Abdruck aus der « Südd Bauzeitung » (in-8°, 240 × 170 de 19 p.) (Don de l'auteur). 39437

Législation.

XXIX. *Adressverzeichnis der Mitglieder der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidg. polytechnischen Schule in Zürich. Herausgegeben im Auftrage des Vorstandes im Juli 1898* (in-8°, 225 × 155 de 260 p.). Zürich, Emil Cotti's Wwe, 1898. 39509

XXX. *Adressverzeichnis der Mitglieder der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidg. polytechnischen Schule in Zürich. Herausgegeben im Auftrage des Vorstandes im Juli 1899* (in-8°, 225 × 155 de 52 p.). Zürich, Emil Cotti's Wwe, 1899. 39510

Anhang zum XXX Adressverzeichnis der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich. Mai 1899 (in-8°, 225 × 155, de 44 p.). 39511

Couhin (C.). — *Cinquantenaire de l'Association des Inventeurs et Artistes industriels*, fondée en 1849 par le baron Taylor, 25, rue Bergère, Paris. Conférence faite le 23 novembre 1899 au Conservatoire national des Arts et Métiers, par M. Claude Couhin (in-4°, 280 × 230 de 16 p). Paris, Chamerot et Renouard, 1900 (Don de l'Association des Inventeurs et Artistes industriels). 39534

Société internationale des Électriciens. Annuaire pour 1900 (in-8°, 280 × 180 de 92 p.). Paris, Siège social, 12 et 14, Rue de Staël, 1899. 39508

Métallurgie et Mines.

Hiorns (A.-H.). — *Les alliages métalliques*, par Arthur H. Hiorns. Traduction augmentée d'un appendice par O. Boudouard. Préface de H. Le Chatelier (in-8°, 255 × 165 de XII-443 p.). Paris, G. Steinheil, 1900 (Don de l'éditeur, M. de la S.). 39416

Delecroix (E.). — *Statistique des houillères en France et en Belgique*. Publiée sous la direction de Émile Delecroix. Janvier 1897 (in-8°, 255 × 165 de 431 p.). Paris, L. Danel, 1897 (Don de l'éditeur). 39421

Navigation.

Atlas des Voies navigables de la France, dressé d'après les documents fournis par les Ingénieurs des Ponts et Chaussées. 2e série. 5e fascicule. Navigation de la Seine entre Paris et la mer (Ministère des Travaux Publics. École nationale des Ponts et Chaussées. Service des Cartes et Plans) (in-4°, 340 × 270 de 46 p. avec XXXVII pl.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39434

Béla v. Gonda. — *Die Ungarische Schiffahrt*, von Béla v. Gonda (in-8°, 250 × 180 de 281 p. avec 73 illustrations). Budapest, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39512

Die Thätigkeit der preussischen Wasserbau-Verwaltung innerhalb der Jahre 1880-1890 (Sonderdruck aus dem Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1890) (in-8°, 245 × 170 de 50 p.). Berlin, Ernst und Korn, 1890 (Don de M. K. Rasch). 39524

Eger. — *Die Binnenschiffahrt in Europa und Nordamerika*, von Eger (in-4°, 305 × 215 de v-142 p. avec 1 carte). Berlin, Siemenroth und Troschel, 1899 (Don de M. K. Rasch). 39531

Festschrift zur Eröffnung des Dortmund-Ems-Kanals (in-f°, 385 × 270 de 59 p. avec 14 phot. et 7 cartes) (Don de M. K. Rasch). 39525

Gesetzentwurf betreffend den Bau eines Schiffahrtskanals vom Rhein bis zur Elbe (in-f°, 305 × 220 de 54 p. avec 3 pl.). Berlin, Lith. Anst. v. Bogdan Gisevius, 1899 (Don de M. K. Rasch). 39528

Prüssmann. — *Denkschrift über den Entwurf eines Rhein-Elbe-Kanals. Auf Grund der Vorarbeiten aufgestellt. Berlin, 1. Januar 1899*, von Prüssmann. Heft I und II (in-4°, 305 × 215 de IX-184 p. et 5 pl. avec atlas même format de 9 cartes). Berlin, Lith. Anst. v. Bogdan Gisevius, 1899 (Don de M. K. Rasch). 39526 et 39527

Report of the Superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey, showing the Progress of the Work during the fiscal Year ending with June 1897 (in-4°, 245 × 230 de XXI-774 p. avec illustrations). Washington, Government Printing Office, 1898. 39477

Roloff. — *Mittheilungen über Nordamericanisches Wasserbauwesen*. Bearbeitet von Roloff (Ergänzungsheft zur Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1895) (in-4°, 355 × 265 de 110 p. à 2 col. avec atlas 665 × 305 de 23 pl.). Berlin, Wilhem Ernst und Sohn, 1895 (Don de M. K. Rasch). 39521 et 39522

Schumacher (Dr.-H.). — *Die finanzielle Entwicklung der französischen Wasserstrassen*, von Dr. Hermann Schumacher (Sonderabdruck aus den « Archiv für Eisenbahnwesen » (in-8°, 235 × 160. pages 421-513 avec 1 carte). Berlin, Julius Springer, 1899 (Don de M. K. Rasch). 39523

SYMPHER. — *Die wirthschaftliche Bedeutung des Rhein-Elbe-Kanals*, von Sympher. Band I und II (in-4°, 305 × 215 de VII-154 p. avec 22 annexes. Berlin, Siemenroth und Troschel, 1899 (Don de M. K. Rasch). 39529 et 39530

Welches sind die Ursachen der in neuerer Zeit vorgekommenen Ueberschwemmungen, hat namentlich das System, welches bei Regulirung und Kanalisirung der preussischen Flüsse befolgt worden ist zur Steigerung der Hochwassergefahr und der in neuerer zeit beträchtlich gesteigerten Ueberschwemmungschäden beigetragen und welche Aenderungen dieses Systems sind bejahendenfalls zu empfehlen? (in-4°, 315 × 215 de 43-40 p.). Berlin, J. Kerskes, 1893-1896 (Don de M. K. Rasch). 39532

Welche Massregeln können angewendet werden, um für die Zukunft der Hochwassergefahr und den Ueberschwemmungschäden soweit wie möglich vorzubeugen? für das Oderstromgebiet (in-4°, 315 × 215 de 64-24 p. avec 1 carte). Berlin, J. Kerskes, 1898 (Don de M. K. Rasch). 39533

Périodiques divers.

HACHETTE. — *1900. Paris-Hachette. Annuaire complet commercial, administratif et mondain* (in-16, 200 × 140 de 256-848-524-540-XL p. avec 1 pl.). Paris, Hachette et Cie (Don de l'éditeur). 39412

Technologie générale.

Collegio degli Ingegneri e degli Architetti nella Provincia de Novara. Atti del Collegio. Volume I, Anni 1898-1899 (in-8°, 280 × 190 de 147 p.). Novara, Tipografia dei Fratelli Miglio, Dicembre 1899. 39516

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. *Tome quatre-vingt-treizième (1re Partie. Nouvelle série)* (in-8°, 245 × 260). *Tome quatre-vingt-treizième (2e Partie. Nouvelle série)* (in-8°, 245 × 260). Paris, Imprimerie Nationale, 1899. 39519 et 39520

Documents publiés à l'occasion du IXe Congrès national des Ingénieurs et Architectes Italiens tenu à Bologne en 1899 (9 brochures de formats différents) (Don de M. C. Canovetti remis par M. H. Chevalier, M. de la S.). 39438 à 39446

Exposition universelle internationale de 1900. Comités d'installation (République française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction générale de l'Exploitation. Section Française) (in-8°, 280 × 185 de XVI-321 p.). Paris, Imprimerie Nationale, 1899. 39472

Gedenbroek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Mémorial publié à l'occasion du Cinquantenaire de l'Institut Royal des Ingénieurs Néerlandais 1847-1897. Traduction française du texte (in-folio, 380 × 285 de 214 p.). La Haye, Langenhuysen frères, 1899. 39423

La Grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts, par une Société de savants et de gens de lettres. Tome XXVI accompagné de 4 cartes en couleurs hors texte (Parta-Poilpot) (grand in-8°. 310 × 210 de 1 200 p.). Paris, Société anonyme de la Grande Encyclopédie. 39422

Livre d'or de l'Institut Égyptien. Publié à l'occasion du Centenaire de la fondation de l'Institut d'Égypte. L'Institut Égyptien. 6 mai 1859-5 mai 1899 (in-8°, 250 × 165 de 189 p. avec 14 pl.). Le Mans, Imprimerie de l'Institut de Bibliographie, 1899. 39435 et 39436

NANSOUTY (M. DE).— *Premières visites à l'Exposition de 1900*, par Max de Nansouty (in-18, 190 × 115 de VII-326 p. avec 50 illustrations). Paris, Ernest Flammarion, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39513

Primera-Reunion del Congreso Latino Americano celebrado en Buenos Aires del 10 al 20 de April 1898, por iniciativa de la Sociedad Cientifica Argentina. I. Organizacion y resultados generales del Congreso (in-8°, 255 × 175 de 133 p.). *IV Trabajos de la 3ª seccion (ciencias medicas)* (in-8°, 255 × 175 de 768 p.). Buenos Aires, Compañia Sud-Americana de Billetes de Banco, 1898 (Don de la Sociedad Cientifica Argentina). 39246 et 39247

Siebenunddreissigstes Bulletin der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich. Dezember 1898 (in-8°, 220 × 150 de 56 p.) 39514

The Journal of the Iron and Steel Institute. Vol. LVI. N° 2. 1899 (in-8°, 220 × 140 de 554 p. avec 15 pl.). London, E. and F. N. Spon, 1899. 39413

Transactions of the American Society of Mechanical Engineers. Vol. XX. 1899 (in-8°, 260 × 165 de 1 025 p.). New-York City, Published by the Society, 1899. 39515

Travaux publics.

Annual Reports of the War Department for the fiscal Year ended June 30 1897. Report of the Chief Engineers. Part 3 (in-8°, 235 × 150 de XXIII p., pages 1877 à 2648 et 36 p. avec illustrations). Washington, Government Printing Office, 1897 (Don de M. D. Bellet, M. de la S.). 39425

Relatorio apresentado ao Dr. Joaquim Mauricio de Abren Presidente do Estado do Rio de Janeiro, pelo Secretario d'Estado das Obras Publicas e Industrias, Engenheiro Civil Cypriano José de Carvalho. 1° volume (in-4°, 315 × 230); 2° volume (in-4°, 315 × 230). Rio de Janeiro, Jeronyma Silva y Cª, 1897 (Don de M. Marcellino Ramos da Silva, M. de la S.). 39428 et 39429

Relatorio apresentado ao Presidente do Estado do Rio de Janeiro Dr. Alberto de Seixas Martins Torres, pelo Secretario das Obras Publicas e Industrias Dr. Hermogenio Pereira da Silva 1° volume (in-8°, 275 × 185 de 250 p.) ; 2° volume (in-8°, 275×185 de 525 p.).; 3° volume (in-8°, 275×185 de 191 p.). Rio de Janeiro, Jeronyma Silva y C^a^, 1898-1899 (Don de M. Marcellino Ramos da Silva (M. de la S.). 39430 à 39432

Relatorio apresentado ao Dr. Hermogenio Pereira da Silva, Secretario das Obras Publicas e Industrias do Estado do Rio de Janeiro, pelo Chefe da Commissão de Saneamento de Baixada, o Engenheiro Marcellino Ramos da Silva (in-8°, 275×185 de 29 p.). Rio de Janeiro, Jeronyma Silva y C^a^, 1899 (Don de M. Marcellino Ramos da Silva, M. de la S.). 39433

Voies et Moyens de Communication et de Transport.

CAMPREDON (E.). — *Rôle économique et social des voies de communication.* par E. Campredon (Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics) (in-16, 185 × 125 de VIII-515 p.). Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1899 (Don de l'éditeur). 39474

Société d'encouragement pour le développement de l'Industrie automobile en France. Deuxième Concours des Poids lourds, Versailles, 1898, Rapport de la Commission (in-8°, 240×155 de 128 p. avec 1 pl. et 31 fig.). Paris, Publications du Journal le Génie Civil, 1899 (Don de l'Automobile-Club de France). 39517

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 19 JANVIER 1900

PRÉSIDENCE DE M. G. CANET, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

M. G. DUMONT, Président sortant, prononce l'allocution suivante :

MON CHER PRÉSIDENT, et permettez-moi d'ajouter : MON CHER AMI,

C'est une des plus agréables prérogatives du Président sortant que de souhaiter la bienvenue à son successeur.

Nous avons tous regretté bien vivement qu'une indisposition vous ait empêché de présider la première séance de 1900. Nous sommes heureux de vous voir aujourd'hui rétabli et prêt à diriger nos travaux.

Vous avez été appelé à la Présidence dans des circonstances particulièrement flatteuses pour un Ingénieur. L'un de nos Collègues avait proposé de vous nommer par acclamation. Si le règlement ne nous a pas permis d'accéder à son désir, l'unanimité des suffrages obtenus vous montre que vous avez été bien réellement *acclamé*.

L'année 1900 marquera dans les annales de l'industrie. La grande Exposition qui clôture le XIX^e^ siècle, et sert de préface au XX^e^, attirera à Paris une quantité de nos Collègues et de nos confrères français et étrangers. Nous allons les recevoir.

La Société a jugé que votre haute situation industrielle et l'estime si méritée dont vous jouissez, non seulement parmi vos camarades d'École, mais dans la grande famille des Ingénieurs, vous désignaient tout particulièrement à nos suffrages.

C'est bien jugé, et vous aurez le suprême honneur d'être le Président de 1900.

Toutes les bonnes volontés, tous les dévouements vous sont acquis et, sous votre habile direction, notre belle Société, poursuivant sa marche ascendante, ajoutera de nouveaux succès à ceux qui lui ont donné une si légitime notoriété. *(Applaudissements.)*

M. G. Canet, nouveau Président, répond par le discours suivant :

Mon cher Président,

Dans la bienvenue que vous venez de me souhaiter en termes qui me touchent profondément, permettez-moi de vous dire que vous vous êtes laissé entraîner par vos sentiments de bonne amitié. Appelés temporairement à la Présidence par la confiance de nos pairs, nous sommes tous animés du même désir, de la même ambition : voir grandir et prospérer notre belle et utile Société, et, pour obtenir ce résultat, nous lui donnons le meilleur de nous-mêmes. Je m'efforcerai donc simplement de suivre vos traces et d'apporter dans l'accomplissement de mes fonctions la bonne grâce, la clarté d'exposition, l'esprit d'impartialité, le dévouement journalier dont vous avez fait preuve au cours de votre présidence, et auxquels je suis heureux, au nom de la Société tout entière, de rendre encore une fois un juste hommage.

Nous n'oublierons pas également la somme considérable de travail que vous avez donnée pendant tout le cours de l'année qui vient de s'écouler, et les efforts que vous avez faits en vue du développement de notre Société. Vous avez notablement amélioré nos Bulletins et vous avez cherché, par une étude méthodique et approfondie des institutions étrangères similaires à la nôtre, à nous faire bénéficier des grands progrès déjà réalisés par elles; à ce double titre, vous avez particulièrement droit à notre gratitude. *(Applaudissements.)*

Mes chers Collègues,

En prenant le fauteuil de la Présidence de notre Société, j'ai tout d'abord à vous adresser mes plus sincères remerciements pour le grand honneur que vous m'avez fait.

J'y suis d'autant plus sensible qu'en dehors de la haute mission qui incombe à ceux chargés de présider vos travaux, j'aurai, en outre, l'agréable devoir de vous représenter auprès de toutes les Sociétés étrangères qui vont devenir nos hôtes pendant la période de l'Exposition.

Il va de soi que mes efforts ne seront pas ménagés pour mener à bien la tâche que vous venez de me confier avec une unanimité si flatteuse; mais je n'aurais pas osé en assumer la responsabilité si je n'avais compté sur le concours et le dévouement de mes Collègues du Bureau et du Comité, ainsi que de tous les membres de la Société.

Je viens de vous rappeler, en quelques mots, l'œuvre de mon prédécesseur. En ce qui me concerne, j'estime qu'il est de notre devoir d'aller toujours plus loin dans la voie des réformes. A notre époque, où les nécessités de la vie obligent les individualités à se grouper pour obtenir ce qui leur est légitimement dû, notre Société ne répondrait pas aux aspirations de ses fondateurs si elle n'étendait pas continuellement sa sphère d'action et négligeait d'étudier les grands problèmes économiques et sociaux. Par leur importance, devenue capitale aujourd'hui, ces problèmes sont la préoccupation constante de ceux d'entre nous chargés de diriger et d'assurer l'existence des grandes industries françaises.

C'est que, de nos jours, à l'égal de l'agriculture et du commerce, l'industrie est devenue l'une des forces vives des nations, et dans la classi-

fication des siècles — si l'on peut donner une caractérisque à chacun d'eux, — le XIXe, qu'on s'accorde généralement à dénommer le siècle de la Science, m'apparait aussi comme devant être, dans une très large mesure, celui de l'Industrie. Certes, dans les cent dernières années qui viennent de s'écouler, la science a fait un pas gigantesque, mais on ne peut oublier que les savants contemporains eurent de très nombreux et grands devanciers. La science, en effet, date des premières observations faites par l'homme quand, pour la première fois, il chercha à comprendre les phénomènes qui tombaient sous ses sens. Si notre siècle a apporté une part plus grande que les autres dans le progrès de l'esprit humain, c'est parce que chacune des branches de la science d'autrefois s'est développée au point de devenir une science propre, ayant permis de modifier les conditions de la vie sociale par l'application pratique immédiate de ses découvertes multiples. Ce résultat n'a été atteint que parce que, à côté du savant, un homme nouveau s'est rencontré pour discerner le parti à tirer de ses travaux de laboratoire ou de cabinet, et pour réaliser pratiquement et mettre en valeur les résultats obtenus. Cet homme fut l'Ingénieur.

Au début, le champ restreint de ses investigations permit à l'Ingénieur de s'occuper en même temps des exploitations les plus diverses. Mais, à mesure que le génie scientifique, surexcité par la production générale, multiplia les découvertes, la tâche de l'Ingénieur s'accrut dans une proportion telle qu'il fut contraint de limiter l'étendue de ses travaux.

C'est ainsi que, par une évolution naturelle, se créèrent les spécialités. Les Ingénieurs spécialistes succédèrent à l'Ingénieur universel, comme les sciences particulières ont remplacé la science; et la spécialisation est telle de nos jours que la vie humaine est trop courte pour que l'Ingénieur puisse donner à son industrie tout ce qu'elle réclame d'études, d'efforts et de savoir.

Cette situation, que vous connaissez tous, semblerait, à première vue, avoir pour conséquence la dispersion des forces individuelles et l'éloignement des Ingénieurs entre eux. De fait, c'est le contraire qui a lieu. A mesure que chacun de nous a, par les circonstances, restreint son champ d'action, il a, de plus en plus, été forcé de faire appel au concours de ses Collègues pour les travaux rentrant dans leur spécialité. Cette évolution s'est faite graduellement et, parmi les nombreux exemples que je pourrais vous citer, je suis naturellement conduit a choisir celui de l'Ingénieur qui a aujourd'hui le grand honneur de présider vos délibérations.

Je me suis, en effet, spécialisé dans l'industrie du matériel de guerre plus de dix ans avant qu'elle ne prit naissance en France. Je n'ai donc aucune hésitation à reconnaître mon incompétence dans les matières que je n'ai pas eu le temps d'approfondir, et, comme j'estime qu'on ne doit parler que de ce que l'on connait, je ne puis, en prenant le fauteuil de la présidence, vous entretenir que d'artillerie.

L'artillerie date des temps les plus reculés; elle est née de la nécessité qu'a éprouvée l'homme, pour défendre sa famille, son foyer, de

créer des engins lui permettant de mettre hors d'état de lui nuire des ennemis plus forts, plus nombreux ou mieux protégés que lui, et cela à la plus grande distance possible.

Augmenter la portée meurtrière, assurer la précision du tir, accroître le pouvoir destructif des projectiles, tel est le problème qui se posa dès l'origine. Il est, d'ailleurs, toujours resté le même, aussi bien pour les anciens scorpions, balistes ou catapultes dont la portée ne dépassait pas 300 mètres, que pour les canons modernes qui lancent leurs projectiles à plus de 16 kilomètres de distance.

L'apparition de la poudre vint complètement modifier, en 1313, avec la mise en service des premiers mortiers, la conception primitive des armes de guerre. Le véritable canon, sous la forme générique que nous lui connaissons, fut créé; mais cette révolution dans l'armement n'eut aucune suite immédiate; et, pendant les quatre siècles qui suivirent, il n'est aucun fait saillant qui mérite d'être signalé. Sous Louis XIV, en effet, l'artillerie était encore composée de pièces toutes disparates dont le poids exagéré par rapport à la faible puissance en rendait le maniement difficile. Le tir en était lent et peu précis. Les projectiles, établis sans règle ni méthode, manquaient d'efficacité, de justesse et de portée. En dehors du bois employé dans la construction des affûts, les métaux en usage étaient les produits d'une métallurgie dans l'enfance. Un outillage rudimentaire suffisait à en assurer la mise en œuvre, et on est surpris à juste titre que, pendant une période aussi longue, au cours de laquelle il y eut un si grand nombre de guerres, l'artillerie ait fait de si faibles progrès.

C'est seulement au XVIII^e^ siècle que Gribauval fit faire un pas considérable au matériel français. Il a l'honneur d'être le véritable créateur du premier système d'artillerie établi sur des bases raisonnées et logiques. Son matériel, que toutes les nations de l'Europe s'empressèrent d'ailleurs d'adopter, est celui qui figura sur les champs de bataille pendant les guerres de la Révolution et de l'Empire. Pour une large part il contribua aux victoires de cette glorieuse époque, et Napoléon, qui toucha à tant de choses, osa à peine le modifier. De fait, le matériel Gribauval, tel qu'il avait été créé, resta en service pendant la moitié du XIX^e^ siècle jusqu'au moment où le général Treuille de Beaulieu eut le grand mérite d'imaginer le canon rayé se chargeant par la culasse, et de préconiser l'emploi de l'acier. Ses idées ne furent malheureusement pas toutes adoptées. S'il est vrai que, dès 1855, les premières pièces rayées furent construites en France en vue du siège de Sébastopol et que plus tard nos victoires en Italie consacrèrent les canons rayés, il est regrettable qu'à ce moment notre pays n'ait pas osé s'engager franchement dans la voie des bouches à feu en acier, et il est certain que si l'industrie privée des armes de guerre avait existé chez nous à cette époque, ce n'est pas à l'étranger que les premières applications pratiques des idées du général Treuille de Beaulieu auraient été réalisées.

C'est qu'en effet, loin de s'opposer au développement de cette nouvelle industrie, les gouvernements anglais et allemand, comprenant qu'une source de richesse et de puissance allait naître pour leurs pays,

facilitèrent dans la plus large mesure la création d'ateliers privés pour la fabrication des armes de guerre, et nous savons trop, hélas! quelle suprématie ils assurèrent à l'origine à leurs nationaux.

En France, un sentiment très louable en soi, mais néfaste dans ses résultats, s'opposa à la création immédiate d'industries rivales de celles qui s'élevaient à l'étranger. D'abord, le mot « artillerie » ne se comprenait que dans son acception militaire. L'opinion publique ne concevait pas qu'un civil pût être artilleur, qu'il fût possible à un ingénieur de faire les mêmes études techniques qu'un officier, et que le matériel de guerre pût être conçu et créé en dehors de l'État.

Toutefois, en 1870, il fallut bien se rendre à l'évidence. L'insuffisance de production des arsenaux mit le gouvernement dans l'obligation de faire appel à l'industrie privée pour compléter les armements nécessaires à la guerre, et on retrouve dans les annales de notre Société les preuves du concours précieux que le Génie civil put apporter à la défense nationale.

Après 1871, lorsqu'il fallut refaire toute notre artillerie, la collaboration des ateliers privés et des arsenaux s'accentua davantage, tant pour la fourniture des matières premières que pour l'exécution du matériel d'après les plans et sous le contrôle des départements de la Guerre et de la Marine. Ce fut là l'époque de transition, et, bien que l'industrie privée eût fait largement ses preuves, les Services de l'État ne voulurent encore abandonner ni le monopole de la fabrication des armes, ni celui des poudres. S'opposant ainsi à la création de cette industrie, ils empêchèrent en même temps, par un sentiment de patriotisme mal compris, les nations étrangères, qui ne pouvaient construire elles-mêmes, de venir s'approvisionner en France.

Cette erreur d'appréciation fut pendant quelques années enracinée dans les esprits et, bien qu'aujourd'hui les temps soient changés, puisque la loi du 25 août 1885 accorde sous certaines réserves la liberté de fabrication et d'exportation des armes de guerre, il ne parait pas inutile de rappeler brièvement les avantages considérables qui sont la conséquence de ce nouvel état de choses.

Pour pouvoir prendre des commandes au dehors, l'industrie française a été dans l'obligation de créer des ateliers nouveaux et d'augmenter ses moyens de production ; elle peut, par suite, mettre, le cas échéant, d'importants établissements à la disposition de l'État pour ses propres armements. La nation y trouve le double avantage de pouvoir s'approvisionner plus vite dans une mesure plus large, et d'accaparer à son profit une force vive qui, sans cela, se fût développée uniquement à l'étranger.

De plus, l'artillerie étant surtout une science expérimentale, on ne peut arriver à résoudre les problèmes qui se posent partout que grâce à l'expérience acquise par de longues études et de nombreux essais de polygone. L'industrie, obligée de répondre aux exigences multiples et souvent contradictoires de sa clientèle, se trouve bien placée pour faire bénéficier son propre pays de toutes les connaissances ainsi acquises. L'émulation qui en résulte entre les arsenaux et les ateliers privés surexcite le génie productif de chacun ; les esprits stimulés produisent

davantage et, par chaque pas en avant que fait l'artillerie, elle entraine forcément à sa suite, dans la voie des perfectionnements, au mieux des intérêts de tous, les industries dont elle est la cliente.

Pour assurer l'intégrité de son territoire et de son indépendance, la force tendant malheureusement encore à primer le droit, chaque pays est dans l'obligation absolue de s'armer à outrance. Or, qui croira que la France pourrait enrayer ce mouvement par le seul fait d'une abstention systématique ? En refusant de fournir à un pays le matériel dont il a besoin, nous ne ferions que le forcer à s'adresser à nos voisins ou à le produire lui-même avec ses propres ressources. Pour un avantage illusoire nous contribuerions donc à la création et au développement d'industries rivales qui, par la suite, viendraient nous concurrencer sur les marchés du monde.

De même, pour qui n'est-il pas évident qu'en armant une nation nous acquérons sur le nombre, la valeur et l'importance de son matériel, des données précises qui seraient pour nous d'un grand secours en cas d'hostilité ?

Qui ne comprend également la force morale qu'apporte à la France le fait que des nations étrangères s'en remettent à elle pour la création de leurs moyens de défense ? C'est une reconnaissance évidente de notre puissance matérielle, et c'est peut-être un des meilleurs arguments dont puisse disposer la diplomatie pour la solution heureuse de certaines questions intéressant notre pays. On s'explique ainsi l'intervention personnelle et active de certains chefs d'États pour obtenir d'importantes commandes de matériel de guerre en faveur de leurs nationaux.

Enfin, ce n'est pas à des industriels qu'il faut parler de l'intérêt de premier ordre que nous avons à accroître nos exportations en attirant chez nous l'or de l'étranger. La richesse constitue, à notre époque, la puissance la plus grande et l'engin de guerre le plus efficace qui soit. Je ne vous apprendrai rien en vous disant qu'en raison du chiffre élevé d'affaires qu'elles entraînent, les fournitures de matériel de guerre peuvent assurer un travail considérable à nos ouvriers et contribuer largement à la prospérité du pays.

Qu'on ne vienne donc plus nous parler des dangers chimériques résultant de la livraison, en temps de paix bien entendu, de matériel de guerre aux puissances étrangères. D'abord, il n'est rien que nous n'offrions en premier lieu à l'État; de plus, pour tout ce que nous construisons, que ce soit pour la France ou l'étranger, nous sommes l'objet d'une surveillance et d'un contrôle incessants de la part des départements de la Guerre et de la Marine. Leurs officiers et agents, attachés à poste fixe à nos établissements, se tiennent chaque jour au courant de tout ce qui se passe dans nos ateliers et dans nos champs de tir. Ils nous obligent à leur remettre tous nos tracés d'étude ou de fabrication, et l'État, en raison du monopole qu'il s'est encore réservé, nous fournit lui-même tous les explosifs et les poudres qui nous sont nécessaires. Cette tutelle, disons le mot, cette servitude, est une entrave de tous les instants; mais, dans un pays nerveux et impressionnable comme le nôtre, elle a l'avantage de nous donner la sécurité. Par elle, rien de nos affaires ne peut rester dans l'ombre, tout est connu de ce que nous fai-

sons, et la maison de verre dans laquelle nous nous mouvons fait que, comme la femme de César, nous ne devons pas être soupçonnés.

D'ailleurs, l'argumentation n'a plus de raison d'être. Les faits sont là. Grâce aux efforts de tous, l'artillerie s'est développée avec une rapidité telle, qu'il est difficile, dans un simple exposé, de résumer les résultats acquis.

Après les longues années de stagnation correspondant à la période des canons en fonte et en bronze, le grand mouvement ne commença à se produire que lorsqu'on vit, avec l'emploi de l'acier, la possibilité d'augmenter la puissance des bouches à feu, des affûts, et la résistance des blindages.

Dès que l'artillerie apprécia les avantages que les progrès de la métallurgie pouvaient lui assurer, ses prétentions s'accrurent en vue du résultat, toujours le même : réaliser le maximum de puissance avec le minimum de poids, aussi bien pour les plus gros canons de marine que pour les plus petites pièces de montagne portées à dos de mulet. Jamais satisfaite, l'artillerie demanda toujours plus, et, pour répondre à ses exigences sans cesse croissantes, on vit les moyens de production se modifier avec la rapidité que vous savez. Après le Bessemer, qui avait déjà révolutionné l'industrie, apparut le Martin. L'importance des coulées s'accrut sans interruption. De 4 ou 5 tonnes qu'elles étaient au début, elles furent de suite triplées, quadruplées, pour arriver au chiffre de 40 tonnes couramment atteint aujourd'hui. Comme ce n'était pas assez, on donna aux lingotières des dimensions leur permettant de recevoir à la fois plusieurs coulées, et c'est ainsi que nous voyons aujourd'hui ce spectacle grandiose de lingots de 140 tonnes sortant des fours, amenés, suivant leur destination, sous des presses hydrauliques à forger de 12 000 tonnes, ou à des laminoirs de 10 000 chevaux de force, et finalement dans des cuves de plus de 20 mètres de profondeur où se trempent d'un seul coup les éléments de canons les plus considérables qui soient. A mesure que le maître de forges, domptant de plus en plus la matière, arrivait, tant par des additions savamment combinées de chrome, de nickel, de manganèse, etc., que par des procédés nouveaux de recuit et de trempe, à lui donner des qualités qu'on pouvait auparavant juger inconciliables, l'artillerie, toujours avide, reculait les limites de son audace et la marche en avant des deux industries côte à côte fut si rapide, que nul n'aurait pu dire quelle était celle qui précédait l'autre.

Parallèlement, l'outillage sous toutes ses faces se modifia. Les dimensions des machines-outils s'accrurent en proportion des pièces à usiner, et en raison même des conditions rigoureuses dans lesquelles l'artillerie allait faire travailler le métal, elles devinrent susceptibles d'une précision insoupçonnée jusqu'alors. Les instruments de précision qui n'étaient en usage que dans la « petite mécanique », s'introduisirent brusquement dans la « grande », aussi bien pour la construction proprement dite que pour le contrôle et la vérification. Sans parler de l'usinage des fermetures de culasse dont les pièces multiples ont des dimensions mathématiques pour assurer l'interchangeabilité, le centième de millimètre est aujourd'hui une mesure courante dans la fabrication des canons, tant pour l'ajustage des frettes et manchons que pour l'alésage et le rayage de

l'âme. A ce point de vue également, les transformations ont été si profondes et si rapides, qu'il serait audacieux de vouloir déterminer exactement dans ce travail fécond la part de l'artilleur et celle du mécanicien.

Toutefois, ce qu'on peut affirmer, c'est que l'artillerie, par ses exigences croissantes, obligea la mécanique à produire des engins nouveaux, et que toujours elle eut une application prête pour chaque outil créé.

Il est impossible d'entrer dans le détail. Les éléments en jeu sont trop multiples pour que je puisse essayer d'énumérer les perfectionnements successifs apportés dans ces dernières années.

A côté des canons eux-mêmes, qui ne ressemblent en rien à ce qu'ils étaient il y a quarante ans, les affûts ont subi de tels changements qu'on peut dire que les types actuels ont été créés de toutes pièces. Au fur et à mesure que les progrès se sont réalisés, la diversité des modèles s'est accrue pour répondre de mieux en mieux à toutes les conditions de leur emploi sur terre et sur mer. Les formes sont devenues rationnelles, les poids ont été diminués par l'application presque générale de l'acier forgé ou moulé, et on a presque atteint la perfection par l'introduction des freins hydrauliques permettant d'absorber sur une faible longueur la puissance vive du recul, et par celle des récupérateurs ramenant automatiquement la pièce en batterie sans le secours des servants. L'affût est devenu ainsi, de simple support qu'il était, une véritable machine, fonctionnant suivant des lois connues, réglables à la volonté de l'artilleur. Lorsque ce dernier en fut maître, il put aborder la solution de tous les problèmes, réaliser les installations les plus audacieuses. Il arriva à rendre manœuvrables à bras, avec un ou deux hommes, les plus gros affûts de bord ou de côte; il put tirer des pièces de siège sur des trucs de chemin de fer roulant sur voie normale et même sur voie étroite, et, enfin, il augmenta considérablement l'efficacité des bouches à feu par la rapidité du tir qui, aujourd'hui, dans l'échelle des canons de tous calibres, depuis les plus gros jusqu'à ceux de 37 millimètres, varie de un coup à soixante coups à la minute.

Ces résultats n'ont pas été atteints uniquement par les perfectionnements apportés aux canons et aux affûts. Les munitions ont également subi des transformations profondes, dont la principale est due aux progrès importants réalisés dans la composition des poudres.

La poudre noire, qui a été en usage dans l'artillerie pendant plus de six siècles, était un explosif de trop grande vivacité pour qu'on ait pu l'utiliser de façon à imprimer aux projectiles des vitesses initiales dépassant de beaucoup 500 mètres par seconde. Lorsque les poudres brunes à grains prismatiques, beaucoup plus lentes, nous vinrent d'Allemagne vers 1882, l'artillerie eut en sa possession un explosif plus maniable, qui permit d'accroître dans une proportion considérable la vitesse des projectiles. Plus récemment enfin, quand en France on trouva une poudre sans fumée ni résidus, qu'on put approprier à tous les calibres, l'artillerie posséda un des éléments fondamentaux du tir rapide universellement appliqué aujourd'hui. En même temps on fabriqua des douilles en laiton de toutes dimensions, et on put alors constituer la cartouche unitaire réunissant en une seule pièce la charge, l'amorce, le projectile, réalisant ainsi pour le canon ce qui existait déjà pour le fusil.

Les projectiles, de leur côté, se modifiaient et se perfectionnaient.

Aux boulets pleins, si longtemps en usage, succédaient les obus en fonte à charge d'éclatement intérieure, pour arriver, après de nombreux essais, aux projectiles en acier qui, réduits à trois types principaux, obus de rupture, obus torpilles, shrapnels, vont répondre à l'avenir à toutes les exigences des combats de terre et de mer, et constituer l'armement de tous les pays. Les premiers s'attaquent aux cuirassements métalliques les plus épais et les plus durs, pénètrent dans la masse et n'explosent qu'après les avoir en partie ou totalement traversés.

Les obus torpilles, dont on s'efforce à rendre la capacité intérieure aussi grande que possible, portent au but des charges considérables d'un explosif puissant dont la découverte est d'hier, et ils font dans les ouvrages en maçonnerie les plus résistants des ravages considérables.

Les shrapnels, réservés pour les troupes, ont une action différente. Constitués par une enveloppe en acier, ils sont chargés de poudre et de balles, et, — grâce à l'organe le plus intéressant, le plus ingénieux qui soit, la fusée, — ils éclatent en l'air à la distance réglée à l'avance en projetant leur mitraille sur une vaste étendue, avec une précision qui, pour les plus grandes portées de combat, se mesure en décimètres.

Enfin, de même que les améliorations apportées à la matière première et à l'outillage ont nécessité la création d'appareils de mesure de plus en plus précis pour en vérifier les qualités et les dimensions, de même les transformations scientifiquement et méthodiquement apportées aux canons, aux affûts, aux munitions, ont provoqué l'éclosion d'instruments de précision que je ne puis passer sous silence. Le matériel construit, la pièce chargée, une expérience émotionnante reste à faire au moment de frapper sur l'amorce pour donner la liberté complète à l'énergie accumulée dans la poudre. Instantanément, des forces considérables vont être mises en jeu, leurs effets brutalement vont se faire sentir, et, comme leur intensité et leur rapidité d'action échappent totalement à l'observation directe, la science encore est venue à notre secours. Elle nous a apporté une série d'appareils extrêmement ingénieux :

Les crushers, indiquant par l'écrasement de cylindres témoins les pressions maximum développées dans l'âme des canons par les gaz de la poudre ;

Les chronographes, enregistrant le passage du projectile dans des cadres placés sur sa trajectoire et permettant d'en déduire la vitesse en un point donné de son parcours ;

Les manomètres spéciaux, mesurant les pressions produites dans le liquide des freins pendant le mouvement de recul du canon ;

Les flectographes, traçant sur une plaque les déplacements des organes des affûts les uns par rapport aux autres ;

Les vélocimètres enfin, enregistrant directement la loi du mouvement des canons, affûts, projectiles, et permettant de calculer à chaque dix-millième de seconde la valeur des efforts en jeu.

Le tir d'un matériel sortant de l'atelier est empreint d'une sorte de solennité que justifie l'importance des forces mises en action, et c'est une satisfaction profonde, je dirai même une fierté légitime, qu'éprouve l'ingénieur d'artillerie lorsque, rentrant du champ de tir et dévelop-

pant les relevés de ses expériences, il voit ses épures lui retracer fidèlement toutes les phases des phénomènes complexes qu'il a provoqués et lui permettre de faire l'analyse la plus minutieuse qui soit.

C'est que, dans la machine si complexe qui constitue l'ensemble du canon et de l'affût, où la transformation de l'énergie accumulée dans la poudre en travail utile sur le projectile s'effectue presque instantanément, les facteurs dont il faut assurer l'équilibre pour un fonctionnement régulier sont à la fois de l'ordre infiniment grand et de l'ordre infiniment petit. A ce point de vue les chiffres, en dépit de leur laconisme, sont d'une éloquence singulière, et devant une assemblée d'Ingénieurs je ne résiste pas à la tentation de les laisser parler.

Je ne prendrai pas un exemple anormal à l'extrémité de la série des conceptions réalisables. Je m'en tiendrai au canon de 305 millimètres, calibre courant dans l'armement de la plupart des cuirassés modernes. Je le prendrai sortant de l'atelier, monté sur son affût au polygone, chargé, prêt à faire feu et, sans commentaires, je vous dirai les principaux résultats que les instruments que nous employons vont nous permettre de relever.

Les 90 000 litres de gaz, auxquels la charge de 100 kilogrammes de poudre sans fumée donne naissance par la déflagration des 4 centigrammes de fulminate de l'étoupille, développent dans l'âme une pression maximum de 2 700 atmosphères, qui soumet la fermeture de culasse à une poussée de 2 600 000 kilogrammes. Sous cette action des gaz, qui s'exerce pendant 75 dix-millièmes de seconde, le projectile de 300 kilogrammes sort de la bouche du canon avec une vitesse de 900 mètres par seconde. Il emporte avec lui une puissance vive de 12 500 000 kilogrammètres lui permettant de perforer à 3 000 mètres de distance une plaque d'acier de 55 centimètres d'épaisseur. Pendant ce temps, les 48 000 kilogrammes qui constituent le canon et la partie mobile de l'affût supportent la réaction des gaz de la poudre et reculent de 920 millimètres en 25 centièmes de seconde, avec une vitesse dont le maximum est de 6,60 mètres. Le frein hydraulique a opposé une résistance de 200 tonnes pour amortir le recul, et enfin le récupérateur a, dans ce mouvement, emmagasiné l'énergie nécessaire pour ramener lentement, sans chocs, en 3 secondes, le canon en batterie à sa position de tir. *(Applaudissements.)*

J'ajouterai que ce même canon est mis hors de service après un tir, à charge de combat, de 200 ou 300 coups, suivant que la nitro-glycérine entre ou non dans la composition de la poudre sans fumée qui constitue ses charges.

Il s'ensuit que cette bouche à feu, dont la construction exige en moyenne vingt mois d'un labeur ininterrompu, et entraine 300 000 *f* environ, n'est qu'un géant à la vie éphémère, puisque la durée du travail qu'il est en mesure de produire ne dépasse pas deux secondes un quart.

De ces éléments, fournis par l'expérience avec la précision dont j'espère vous avoir donné une idée, on conçoit facilement les déductions précieuses qu'il est possible de tirer pour l'étude du matériel; mais, sur ce sujet, je ne puis m'étendre davantage, quel qu'en soit pour moi l'attrait. La matière trop vaste m'oblige à me borner. J'ai voulu seulement dans

une revue rapide, forcément incomplète, montrer ce qu'avait été dans ces dernières années l'œuvre de l'artilleur. J'ai tenu à signaler les principaux résultats obtenus, et surtout à mettre en évidence les liens réunissant l'industrie du matériel de guerre à toutes celles qui lui ont apporté un concours aussi précieux que nécessaire. Mais au moment de conclure et de tirer la philosophie de tout ce qui s'est fait, une grave question se pose, et je reste devant elle indécis.

L'idéal de l'homme devant être de concourir, dans la mesure de ses moyens, à l'amélioration du sort de l'humanité, l'Ingénieur d'artillerie, qui consacre sa vie à l'étude d'engins de guerre, fait-il œuvre utile ou nuisible ?

En examinant cette question à un point de vue plus particulier, nous voyons qu'un grand pays comme la France affecte chaque année plus du quart de son budget, soit environ un milliard de francs, à l'organisation de sa défense. Cet effort gigantesque oblige évidemment chacun de nous à produire davantage pour faire face à ces dépenses.

Or, si les hommes trouvaient, pour régler leurs différends, d'autres moyens que la force brutale, et si, par suite, les armées étaient supprimées partout, ce milliard pourrait-il encore être demandé aux contribuables français et être employé au bien-être de tous, ou en ferait-on l'économie ?

Dans ce dernier cas, toutes les industries qui se sont développées sous la poussée des demandes de la Guerre et de la Marine continueraient-elles quand même à progresser aussi rapidement, s'il ne s'agissait plus que de satisfaire aux seuls besoins de l'existence ? A cela nous ne pouvons répondre. Le recul du temps est nécessaire pour juger l'œuvre des devanciers. C'est aux penseurs des âges futurs, qui, à l'aide des documents sans nombre que nous aurons laissés, écriront l'histoire de notre époque, qu'il appartiendra de porter le jugement définitif. Cependant, sans préjuger la conclusion de la postérité, nous pouvons avec assurance affirmer que, dans les efforts considérables dépensés pour l'obtention du succès, le sentiment élevé qui nous anime tous ici ne nous a jamais fait défaut, et que, dans la mesure de nos forces, nous avons toujours eu l'ardent désir de contribuer à la prospérité et à la grandeur de l'Industrie française. *(Applaudissements prolongés.)*

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

Lecture est donnée de la lettre suivante, relative au procès-verbal de la séance du 10 novembre dernier :

« Monsieur le Président,

» Notre compte rendu du *Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences* nous a valu quelques lettres dont le résumé pourrait, si vous n'y voyez pas d'inconvénient, figurer au prochain procès-verbal.

» La première est relative à l'analyse que nous donnions, — et que nous devions donner, — de la notice lue par M. Lefebvre sur Frédéric Sauvage. Notre Collègue M. J.-A. Normand a cru y voir une attaque

à la mémoire de son père. Il ne nous appartient pas de démêler la pensée exacte de M. Lefebvre, mais il nous est personnellement agréable de constater ici qu'en prenant l'initiative hardie d'appliquer l'hélice au *Napoléon*, Normand et Barnes ont été les vulgarisateurs désintéressés d'idées neuves et fécondes. Nous ne saurions mieux faire que de rappeler les paroles autorisées de notre ancien Président Tresca : « Quant à nous, » disait-il au nom de l'Académie des Sciences, loin de consentir à » réduire les mérites de ceux qui ont suivi Sauvage dans cette voie » féconde, nous n'hésitons pas à revendiquer pour Normand la gloire » incontestable d'avoir construit en France, *avec le consentement* de Sauvage, le premier navire à hélice mû par la vapeur; nous lui savons » un gré infini d'avoir consacré toutes ses ressources de grand constructeur à la réalisation d'une idée qu'il jugeait bonne, mais sur laquelle » il avait bien le droit, ne fût-ce que pour sauvegarder ses graves responsabilités, de greffer ses propres inspirations. » Nous ajoutons que l'expérience, ce criterium inflexible, a démontré l'excellence des modifications imaginées par Augustin Normand.

» D'autre part, M. le général de Wendrich a bien voulu compléter les renseignements que nous avons donnés sur sa communication relative à l'organisation militaire des canaux et des chaussées. « Il ne faut » pas, dit-il, compter sur l'improvisation d'un service pendant la guerre : » voilà pourquoi il est désirable d'avoir, dès le temps de paix, une organisation militaire spéciale, dont le chef soit capable de savoir à telle » heure quel est le matériel disponible, la vitesse de circulation, le rendement des voies et du réseau complet, comme cela existe pour les » chemins de fer. En un mot, pour le succès des guerres de nos jours, » il faut disposer d'un réseau complet de voies navigables, *avec un service centralisé dès le temps de paix*, sans changement des fonctions du personnel pendant la guerre... Quant aux automobiles, presque tous les » pays, et la France en tête, ont reconnu leur grande importance pour » les transports militaires. Ils permettront d'augmenter le transport des » approvisionnements considérables de munitions dont l'adoption des » canons à tir rapide a rendu la consommation beaucoup plus grande, » de réduire la longueur des convois, d'accélérer les transports des » blessés. Il faudrait employer les automobiles sous forme d'avant-» trains moteurs pour le transport des affûts et des caissons, et comme » voitures destinées aux services d'états-major, des courriers, postes, etc. » M. de Wendrich nous fait remarquer que ses propositions sont d'accord avec les principes exposés par le général Pierron dans son ouvrage magistral *Stratégie et grande tactique*.

» Enfin, nous avons omis d'écrire que le four Martin d'Isbergues est dû à M. Lencauchez — ce que, d'ailleurs, nous avions dit dans la présentation orale de notre compte rendu. Notre collègue nous signale que « c'est le premier four qui ait été construit à accumulateurs-récu-» pérateurs compound ».

» Avec toutes nos excuses pour la longueur de cette lettre, motivée par l'unique souci de donner à nos Collègues une légitime satisfaction, nous vous prions d'agréer, etc.

» P. Arbel et R. Soreau. »

M. le Président a le regret d'annoncer le décès de plusieurs de nos Collègues. Ce sont MM.

A. Grouselle de Blancheface, ancien élève de l'École supérieure des Mines, Membre de la Société depuis 1880;

L.-A. Lawrence Chapron, ancien Élève de l'École Centrale (1859), Membre de la Société depuis 1874, Chevalier de la Légion d'honneur; s'était, depuis plusieurs années, fait une spécialité des questions coloniales, et avait rempli de nombreuses missions à l'étranger;

Ferdinand Carré, Membre de la Société depuis 1878. Notre Collègue M. H. Rouart nous a adressé une note dans laquelle il rappelle les nombreuses et importantes inventions de ce regretté Collègue. Doué d'une ingéniosité toujours originale, d'une adresse manuelle peu commune, il créa, il y a quarante ans, l'industrie du froid artificiel, dont les nombreuses applications ont déjà rendu, dans le monde entier, les plus grands services.

M. le Président a le plaisir d'annoncer que :

M. L. Caen a été nommé Chevalier de la Légion d'honneur;

M. J.-C. Urban a été promu au grade de Grand Officier de l'Ordre de Léopold de Belgique;

M. Guilbert-Martin a été nommé Commandeur de l'Ordre Royal de la Conception de la Villa Vicosa;

M. E. Sartiaux a été nommé Membre du Conseil d'Administration de l'Office national du Commerce extérieur.

Parmi les ouvrages reçus, dont la liste figurera à la fin du procès-verbal, M. le Président signale plus particulièrement :

Le *Guide de l'Immigrant à Madagascar*, que M. le Général Galliéni a bien voulu nous faire remettre par l'entremise de M. A. Colin, éditeur;

Les *Report of Procedings* de la British Association of Gas Manager, 17 volumes, années 1865 à 1881, et les *Transactions of The Gas Institution*, années 1882 à 1889, offerts à la Société par M. S. Jordan, ancien Président.

M. le Président adresse tous ses remerciements aux donateurs.

Avis est donné des communications suivantes :

Une Exposition internationale aura lieu, pour la première fois, à la Canée en avril et mai 1900;

Un Congrès international d'Électricité se tiendra à Paris le 18 août prochain;

Un Congrès international des accidents du travail et des assurances sociales se tiendra également à Paris, du 25 au 30 juin 1900;

Enfin, notre Collègue M. F. Cantero nous a adressé des renseignements relatifs à la fourniture et à la mise en place, à Zamora (Espagne), de deux alternateurs de 500 *ch* chacun.

Les renseignements sur ces diverses questions sont déposés au Secrétariat.

La parole est donnée à M. H. CHEVALIER pour présenter le compte rendu, par M. C. CANOVETTI, *du Congrès des Ingénieurs de Bologne.*

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Chevalier d'avoir bien voulu nous présenter le compte rendu préparé par M. Canovetti, dont l'intéressant travail sera inséré au *Bulletin.*

La parole est donnée à M. H. HAMET pour les communications suivantes : 1° *La culture et l'exploitation du caoutchouc au Soudan, et les améliorations à apporter à la récolte de ce produit;* 2° *Notes sur les voies de communication du Soudan par le Sénégal ou par la Guinée.*

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Hamet d'avoir bien voulu nous communiquer les résultats de l'étude très consciencieuse qu'il a faite à la suite de la mission dont il a été chargé par M. le ministre des Colonies. Il est évident que la culture des arbres à caoutchouc peut apporter une source sérieuse de richesses à certaines de nos possessions, car la consommation augmente considérablement chaque année. Il y a donc lieu de favoriser par tous les moyens possibles le développement de cette intéressante industrie.

M. le Président se félicite de voir dans la salle de nombreux Collègues qui ont, en cette matière, une grande notoriété; la Société serait heureuse d'avoir leur avis sur les questions soulevées par M. Hamet.

M. A. MICHELIN est d'accord avec M. Hamet pour la création de transports réguliers et suffisants, car, actuellement, il est bien difficile de songer à amener en France les richesses caoutchoutières du Soudan. Une mission qu'il a envoyée dans cette colonie, il y a deux ans, a dû, après quatre mois passés dans la brousse, attendre deux mois et demi à Kayes pour trouver place dans un bateau, parce que tous les bateaux précédents étaient remplis par les employés du gouvernement.

M. H. HAMET ajoute que, jusqu'ici, il a été impossible d'apprécier ces richesses, qu'il n'a été fait aucune tentative sérieuse pour exploiter les produits comme le caoutchouc, le coton, l'indigo, ni aucune prospection minière. Il est vraisemblable qu'on pourrait créer un commerce d'exportation considérable, qu'on pourrait aussi faire un actif commerce d'importation en construisant, de Konakry à Bamakou, une voie ferrée qui aurait d'ailleurs un très grand intérêt militaire.

M. Ch. ANTHONI demande à M. Hamet s'il a fabriqué du caoutchouc avec les gommes aseptisées par le formol, et s'il a obtenu une élasticité plus grande.

M. H. HAMET répond qu'il n'a pu faire d'essais, parce qu'on lui a refusé la quantité de latex nécessaire. Le gouvernement lui a promis 300 *l*; il est certain que le formol empêchera la décomposition, et il se propose de voir si la résistance à la traction des caoutchoucs qu'il obtiendra sera égale ou supérieure à celle du Para. Il montre des échantillons de gommes recueillies et préparées par ses procédés.

La communication de M. Hamet sera insérée au *Bulletin.*

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. V. Alvargonzalez, E. Bachelier, T.-R. Bayliss, P. de Bez d'Arre, H.-F.-E. Borias, G. Camp, A.-J. Coignard, A. Dubois, A.-C.-D. Duchemin, A.-F. Giros, E.-S.-C. Halphen, C. Hardouin, L. Loucheur, F. Maslin, M. Max, H.-P.-E. Papot, H. Pérès, L.-M. Quesnel, U. Robert, L.-J.-M. Schemouder, A. Souter, L. Tunis, comme Membres sociétaires; et de MM. A.-E.-A. Dubois, R. Maller, L.-V.-H. Patouillard, M. le Président du Conseil d'administration de la Chambre Syndicale des Propriétés Immobilières de la Ville de Paris, comme Membres associés.

MM. A. Bochet, P. Bonvillain, F. Cartier, L. Chandora, P. Delestre, A.-J. Landreau, E. Tessier, B.-J.-C. Vaissiere, sont reçus Membres sociétaires; et M. J. Combe Membre associé.

La séance est levée à 10 heures trois quarts.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

MÉMOIRES

NOTE SUR L'ÉVOLUTION

DE LA

CONSTRUCTION DES NAVIRES DE COMBAT

PAR

M. L. de CHASSELOUP-LAUBAT [1]

On peut diviser en trois époques ou périodes l'évolution subie par la construction des navires cuirassés, depuis leur apparition jusqu'à nos jours. Cette classification est sans doute arbitraire, en ce sens qu'il y a des époques de transition et que les lignes de démarcation entre ces trois époques ou périodes ne sont pas nettement tranchées. Pourtant, nous estimons, qu'à tout prendre, cette façon de voir correspond bien à la réalité des faits.

La première période *(fig. 1 et 2)* commence à l'origine des flottes cuirassées modernes, c'est-à-dire aux batteries flottantes de Kinburn, aux monitors de la guerre de sécession, à la *Gloire* et au *Warrior*, et dure à peu près jusqu'à l'époque de la guerre franco-allemande. Elle est caractérisée par une artillerie très faible comme dimensions, pénétration et vitesse de tir (2). Contre cette artillerie relativement inefficace, un blindage d'une quinzaine de centimètres, même en métal médiocre, suffit pratiquement à assurer aux bâtiments de combat une protection presque absolue :

(1) Nous tenons à réclamer et à obtenir l'indulgence de nos Collègues pour la communication qui va suivre : notre nouveau Président, M. Canet, par suite d'une indisposition, s'étant trouvé dans l'impossibilité de prononcer son discours d'installation, M. Dumont, Président sortant, avait bien voulu, deux jours avant la séance, nous demander de faire une rapide étude sur le Matériel naval. Tout notre temps ayant été employé à dresser le budget de 1900, nous n'avons pu préparer cette conférence comme nous aurions voulu pouvoir le faire.

Si nous avons accepté cette tâche, difficile dans de telles conditions, c'est parce que, d'une part, nous connaissons toute la bienveillance de nos Collègues à notre égard, et que, d'autre part, nous avons eu depuis longtemps l'occasion d'étudier en détail le plus grand nombre des navires de guerre que nous allons décrire.

(2) Les figures qui accompagnent la présente note sont faites : partie d'après nos précédents mémoires; partie d'après les dossiers de documents que nous nous sommes constitués; partie d'après le *Naval Annual* de lord Brassey et autres publications.

on peut donc, sans arriver à des déplacements exagérés, protéger non seulement la flottaison, mais encore une hauteur suffisante des œuvres mortes pour que la stabilité et les qualités nautiques subsistent tant que le blindage est intact. Dans la guerre de sécession, des navires restent exposés au feu des batteries de côtes pendant des journées entières sans être mis hors de combat par

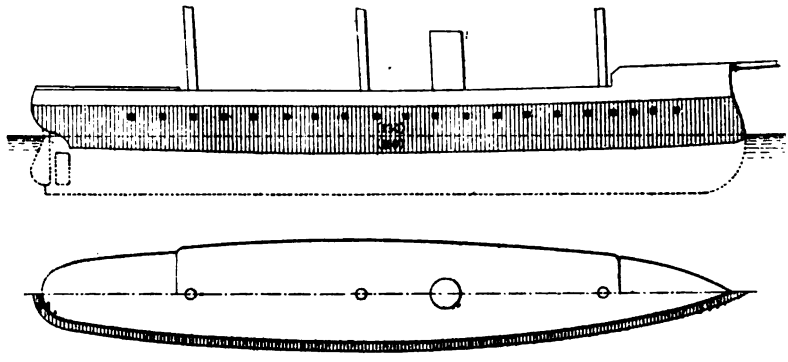


Fig. 1. - Numancia (Type Gloire)

les nombreux projectiles qui les atteignent; à Lissa, c'est l'éperon qui décide du sort de la journée; dans toutes les marines du monde, on étudie surtout la tactique et le combat par le choc.

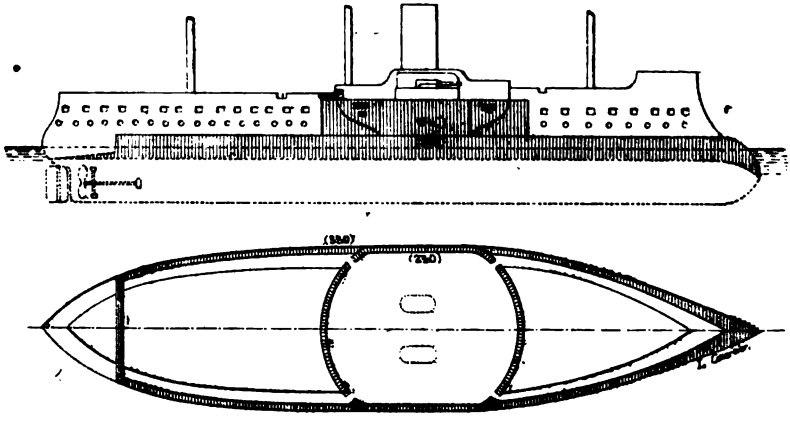


Fig. 2. - Dévastation

Cet état de choses dure jusqu'au jour où l'emploi de l'eau sous pression permet à quelques hommes de manœuvrer aisément des masses presque indéfinies.

Alors, on voit apparaître, dans la plupart des marines, des pièces

géantes et d'une puissance encore inconnue. Pour résister à leurs coups formidables, il faut, malgré les progrès de la métallurgie, augmenter constamment l'épaisseur des blindages *(fig. 3 à 9)*.

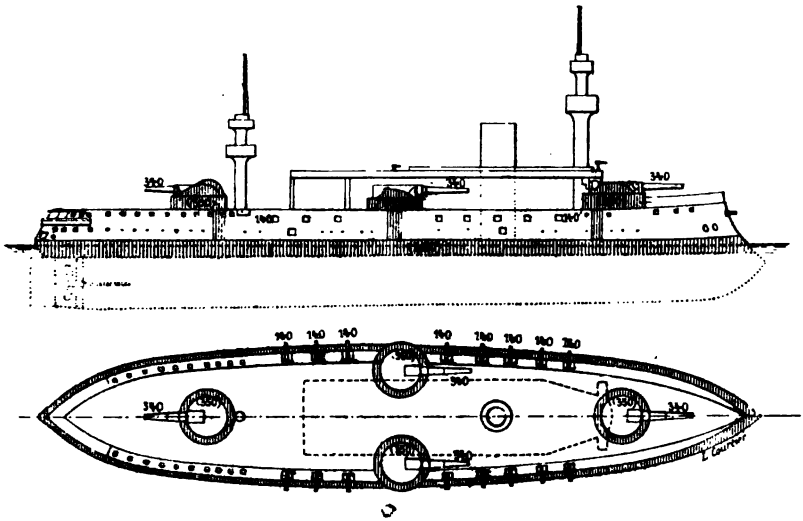


Fig. 3 - Marceau

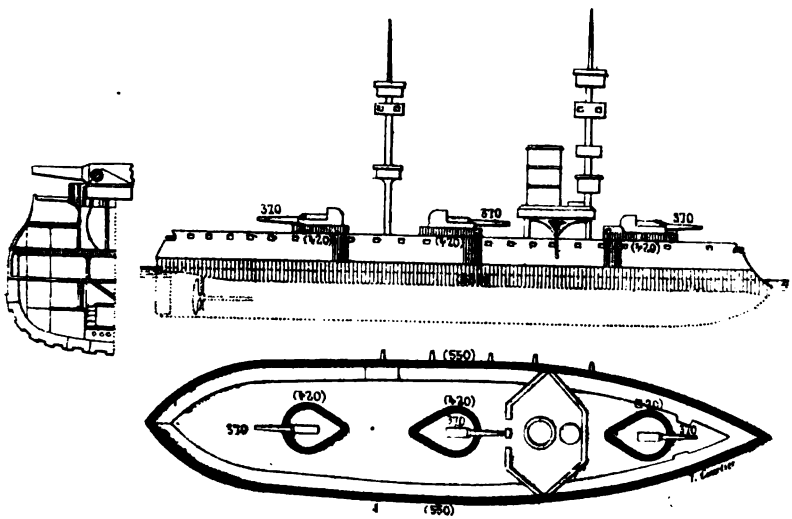


Fig. 4. - Formidable

Il en résulte que, malgré l'accroissement des déplacements, i devient très difficile, voire même impossible, de cuirasser d'une façon adéquate les œuvres mortes sur les bâtiments de haute

mer : on se contente de protéger les quelques pièces qui constituent la principale puissance offensive. Le reste du blindage disponible est distribué d'une façon différente chez les différentes

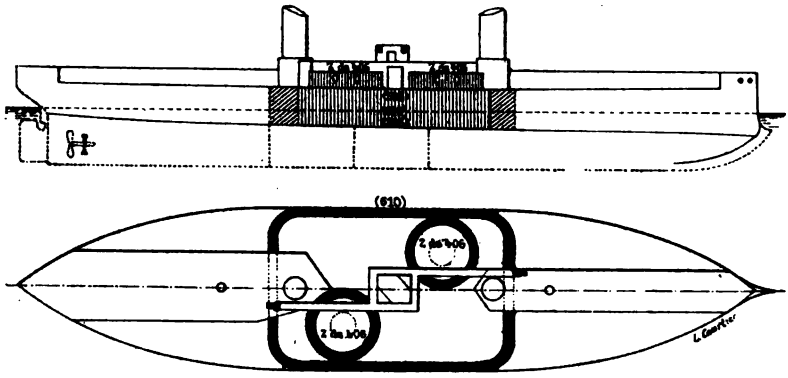


Fig. 5 .- Inflexible

nations et suivant les idées des différents constructeurs. Tantôt, comme sur les navires français du type *Marceau* et *Formidable* et sur certains navires étrangers, en une épaisse et étroite ceinture

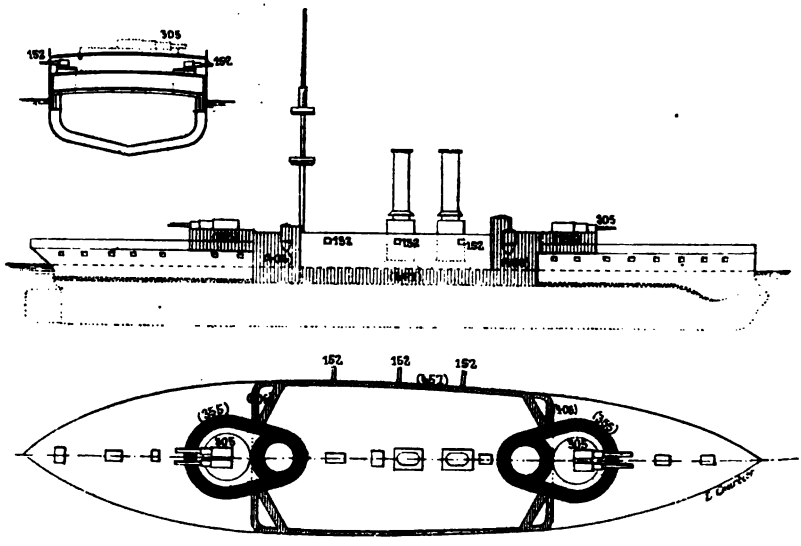


Fig. 6. - Collingwood (Classe "Amiral")

régnant de bout en bout avec un pont blindé horizontal au can supérieur. Tantôt, comme sur l'*Inflexible* anglais, en une courte mais relativement haute citadelle centrale enveloppant la base

des tourelles, des cheminées et des panneaux des machines, mais laissant sans aucune protection les extrémités.

Parfois même on se contente, comme sur les « amiraux » an-

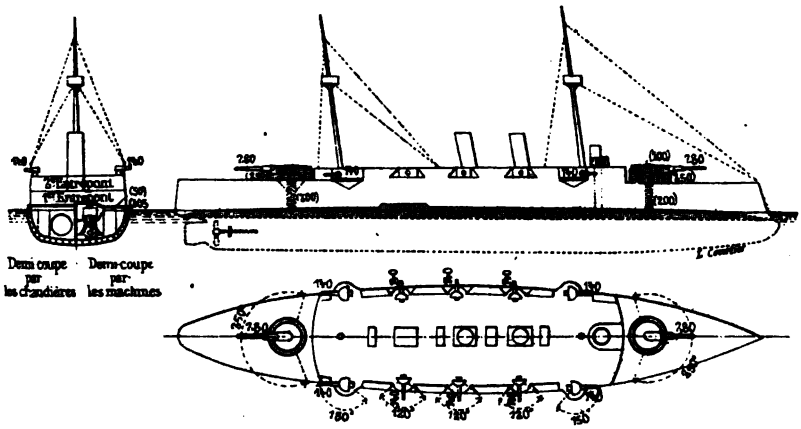


Fig. 7. - Infanta Maria Teresa - Vizcaya

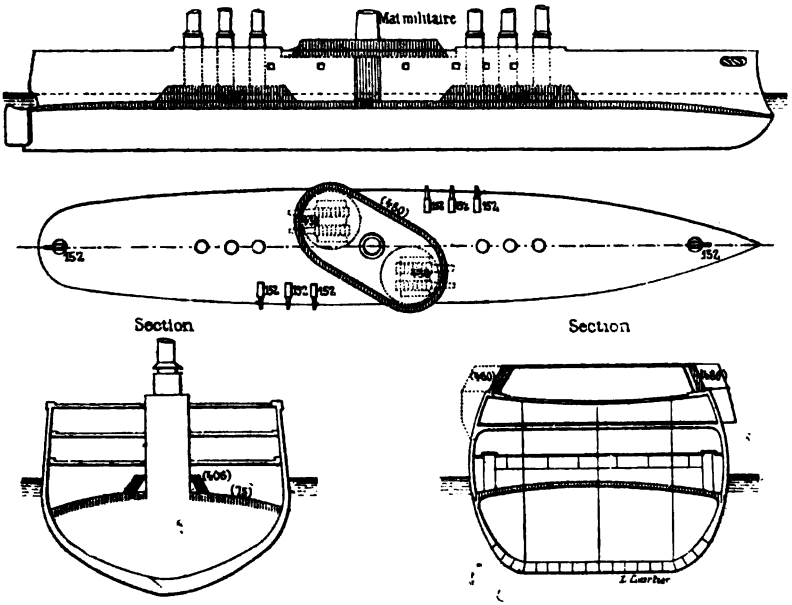


Fig. 8. - Italia

glais, d'une ceinture partielle régnant sur la moitié ou les deux tiers du bâtiment.

Enfin, les Italiens sur l'*Italia* et M. Bertin et les Japonais sur

les navires du type *Itsukushima* vont encore plus loin : le cuirassement à la flottaison disparaît complètement et se trouve remplacé par une tranche cellulaire, c'est-à-dire par un pont blindé sous-marin surmonté d'un entrepont extrêmement cloisonné avec de puissants moyens d'épuisement, cofferdam auto-obturateur, corridors de circulation, et soutes à charbon.

Quel que soit le système de protection, le grand bâtiment a le canon comme arme offensive principale : en effet, la puissance de l'artillerie a permis de protéger à peine une surface insignifiante des œuvres mortes ; en outre, l'apparition de la torpille automobile rend incertains les corps à corps et bien dangereuse toute tentative d'éperonner un adversaire désemparé.

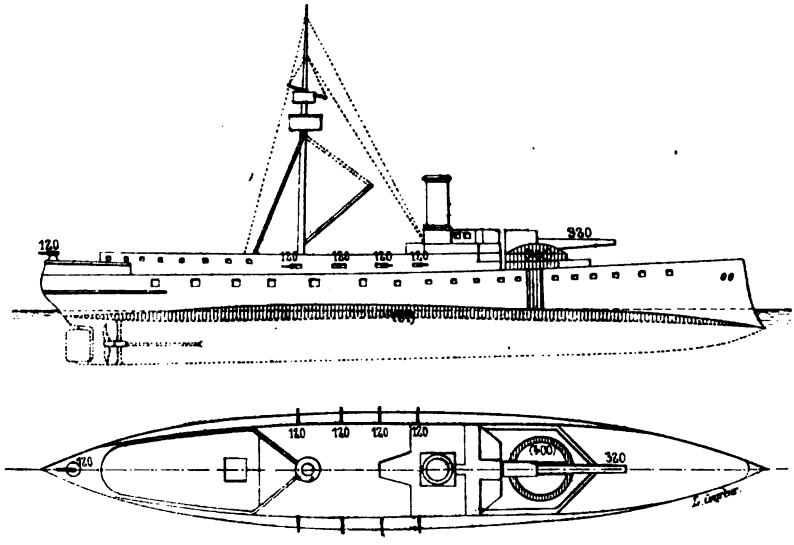


Fig. 9 - Itsukushima

Cette époque est certainement la moins brillante des constructions navales. On paraît perdre complètement de vue les conditions réelles de la guerre. On consacre des poids énormes à protéger la flottaison contre des projectiles de rupture en oubliant que des obus, même légers, peuvent détruire ces bâtiments soit en incendiant les ponts en bois, soit en réduisant à néant la stabilité après destruction des œuvres mortes.

Cet état de choses dure jusqu'au développement de l'artillerie moyenne à tir rapide — on pourrait même dire de la grosse ar-

tillerie à tir rapide — et la bataille du Yalou ouvre les yeux à tous ceux qui sont capables de voir.

Il faut bien constater qu'indépendamment des gros projectiles

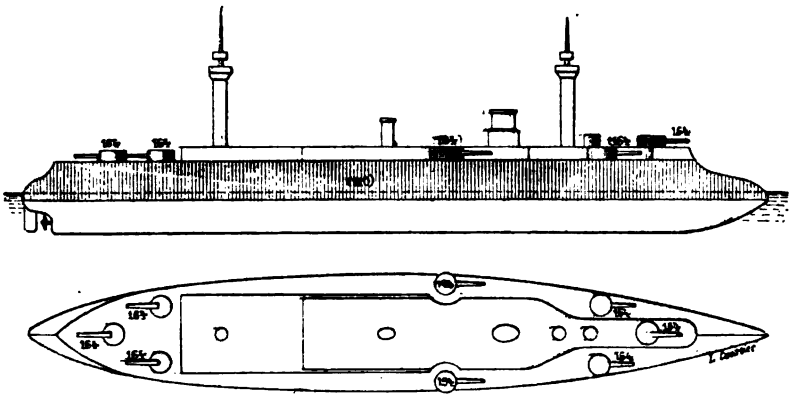


Fig. 10. - Dupuy-de-Lôme

de rupture, dont les vitesses initiales sans cesse croissantes augmentent constamment la force vive malgré les diminutions de calibres, le navire de combat est exposé à la grêle de coups de

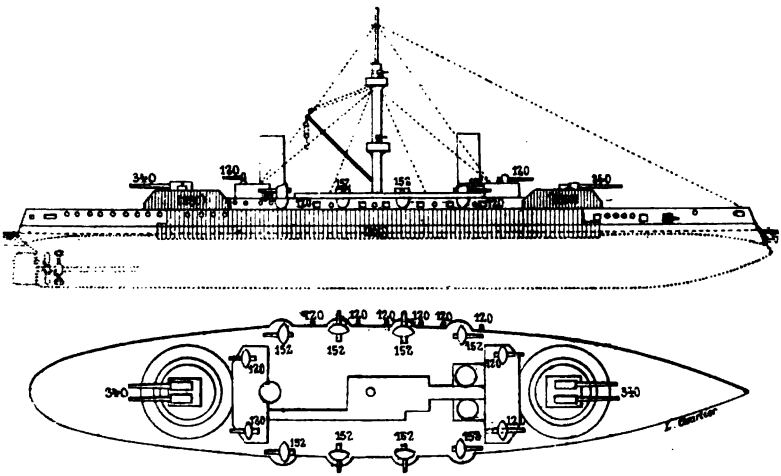


Fig. 11. - Re Umberto - Sardegna - Sicilia

l'artillerie à tir rapide moyenne, d'un maniement sûr et d'un effet certain. On combine donc ensemble avec la tranche cellulaire les blindages relativement minces de la première période

— blindages très perfectionnés par les procédés Harvey et Krupp. — Toutes les nations s'engagent dans cette voie; mal-

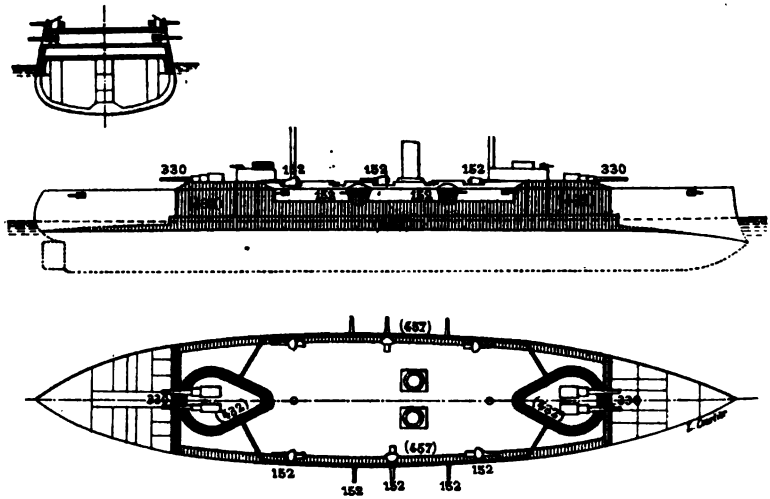


Fig. 12. - Royal Sovereign

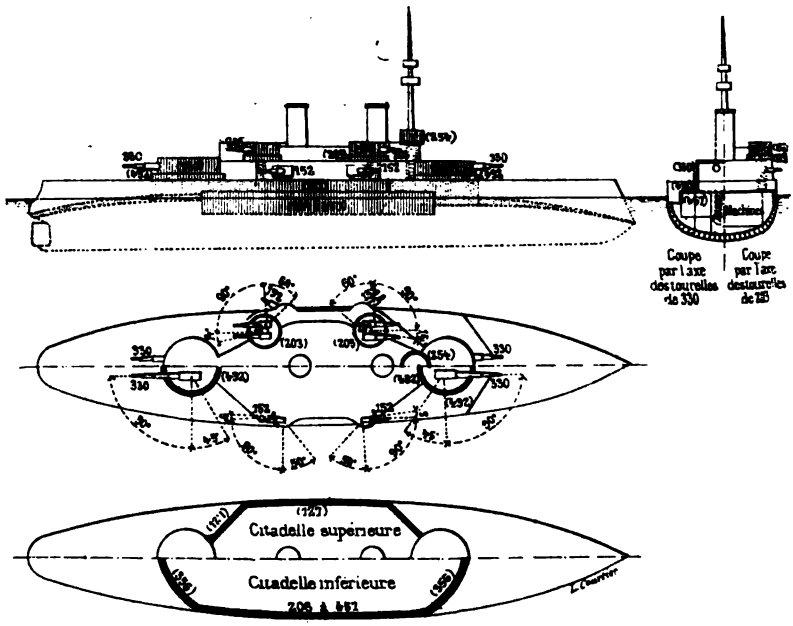


Fig. 13. - Indiana - Massachusetts - Oregon

heureusement la France, qui en avait été l'initiatrice, se laisse distancer et, par une inconcevable aberration, reste trop long-

temps fidèle au système inférieur et bâtard constitué par la ceinture de la seconde période surmontée d'un léger blindage.

Le navire moderne *(fig. 10 à 22)* comprend généralement dans l'axe, à l'avant et à l'arrière de sa double ou triple coque, deux fortes positions cuirassées à une trentaine de centimètres, renfermant chacune deux grosses pièces jumelées d'un calibre de

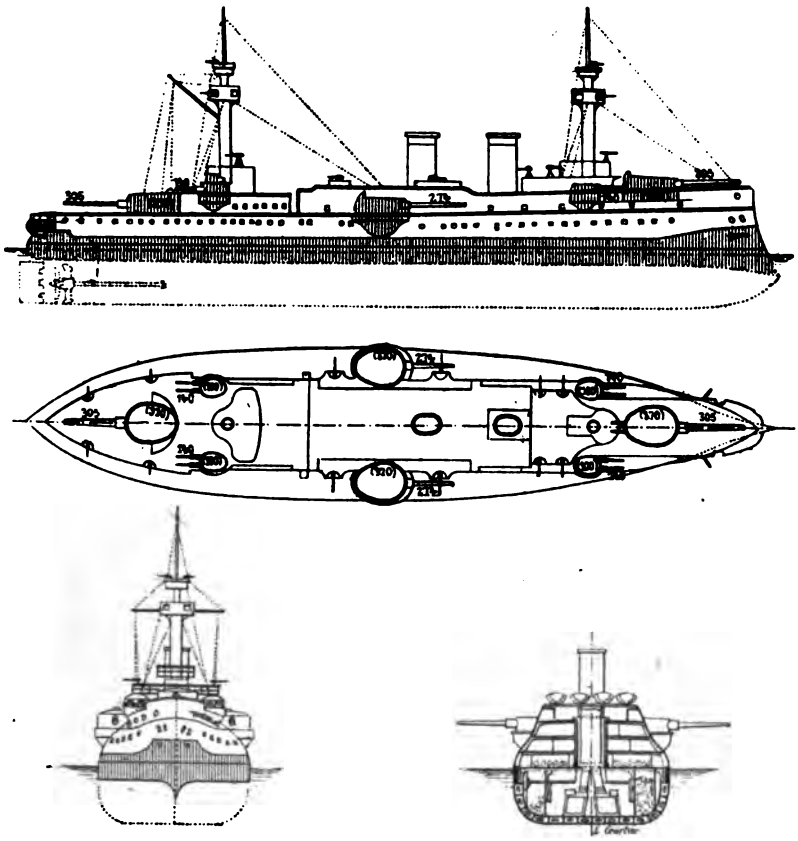


Fig. 14.- Jauréguiberry

30 *cm* environ; sur les flancs, un certain nombre de pièces à tir rapide, dont le calibre varie de 125 à 200 *mm*, disposées soit en batteries, soit en casemates, soit en tourelles cuirassées à une quinzaine de centimètres; un nombre considérable de pièces légères à peine protégées par des masques minces; plusieurs affûts lance-torpilles que l'on tend de plus en plus à placer au-dessous de

la ligne de flottaison, et enfin un robuste éperon ou étrave renforcée.

La protection de l'artillerie est assurée comme il vient d'être indiqué.

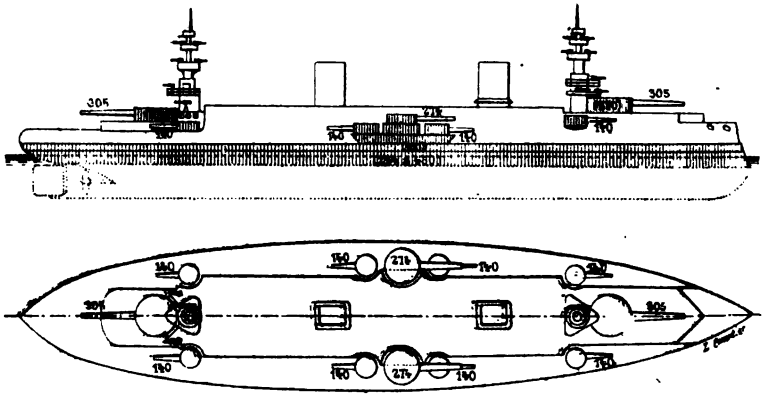


Fig. 15. - Carnot

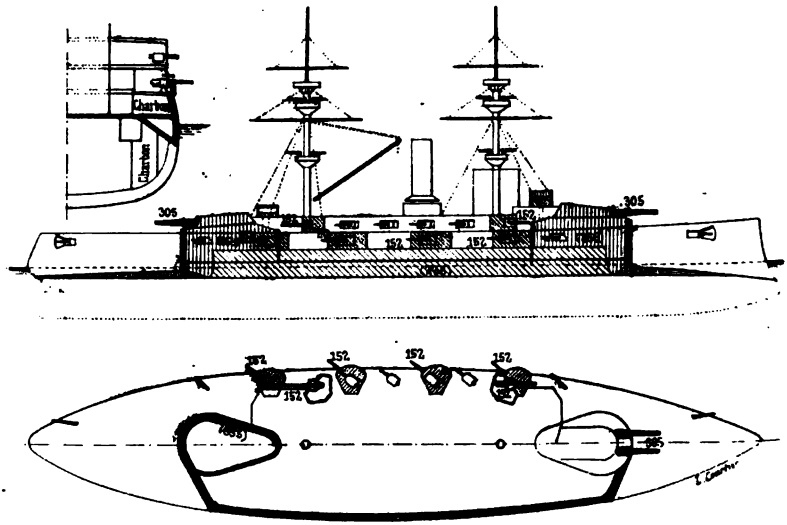


Fig. 16. - Majestic

La protection de la coque est assurée par un cloisonnement très développé et par le système suivant : un pont blindé, courbe ou trapézoïdal, dont la partie plane ou horizontale est à peu près à la hauteur de la flottaison ; au-dessus du pont, une tranche cel-

lulaire plus ou moins développée et régnant généralement sur la hauteur d'un entrepont; une ceinture cuirassée régnant sur toute la hauteur de l'entrepont cellulaire et s'étendant soit sur la longueur totale, soit sur une fraction importante de la lon-

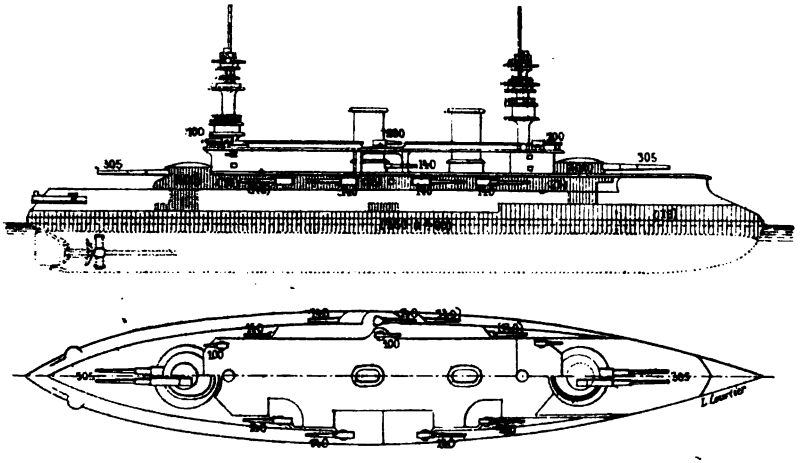


Fig. 17 - Charlemagne - Gaulois

gueur du bâtiment; dans ce dernier cas, elle est combinée avec des traverses cuirassées.

La tendance moderne est presque dans tous les cas de pousser le cuirassement jusqu'à l'avant et de l'y surélever plus ou moins.

Dans ce mode de construction, les blindages épais protègent

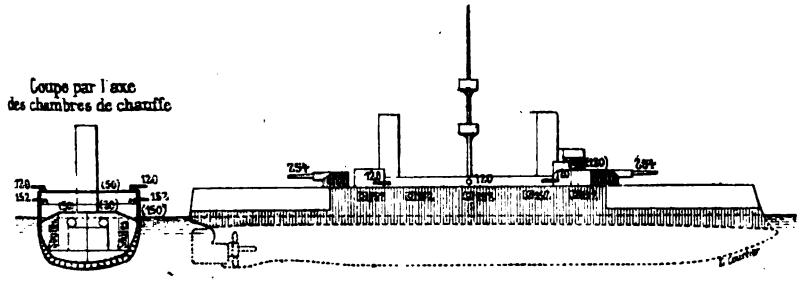


Fig. 18.- Cristobal Colon

d'une façon à peu près efficace la grosse artillerie contre la plupart des projectiles de l'ennemi; les blindages légers sont destinés à arrêter les projectiles de l'artillerie moyenne et les obus à minces parois et grande capacité de la grosse artillerie; le pont blindé et la tranche cellulaire doivent protéger contre les effets

des gros projectiles de rupture qui auraient traversé le blindage léger; enfin, les cloisons étanches et la double ou triple coque

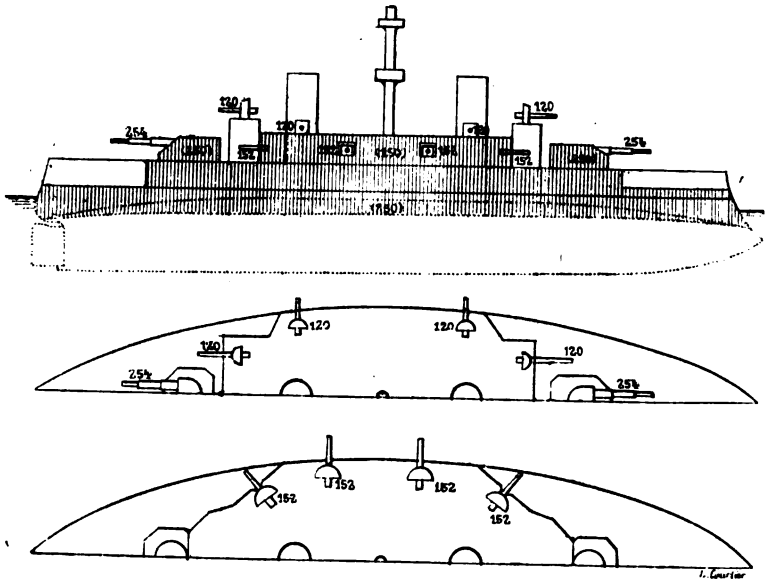


Fig. 19. - Emanuele Filiberto

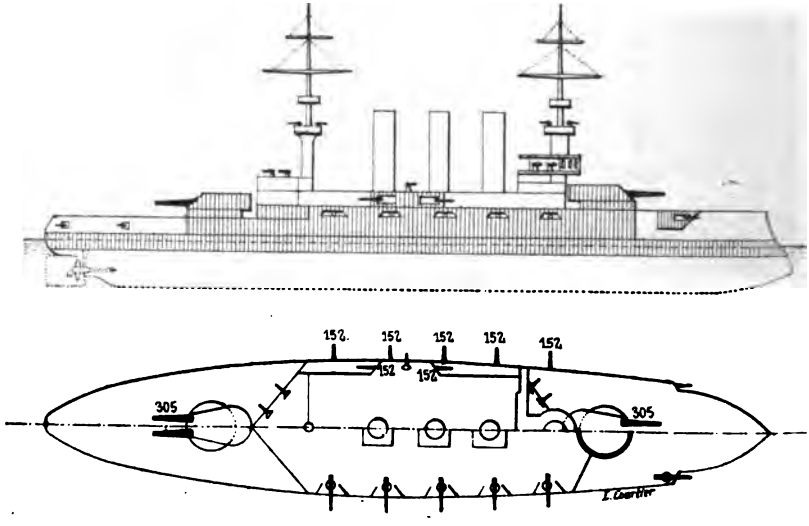


Fig. 20. - Maine (nouveau)

doivent réduire au minimum possible le volume d'eau qu'introduira l'explosion d'une torpille automobile.

Au milieu de cette évolution constante du navire de combat en haute mer, il faut constater qu'il existe pourtant un seul type de bâtiment dont le mode de construction ait fort peu varié depuis l'origine des flottes cuirassées : c'est le monitor *(fig. 21)*.

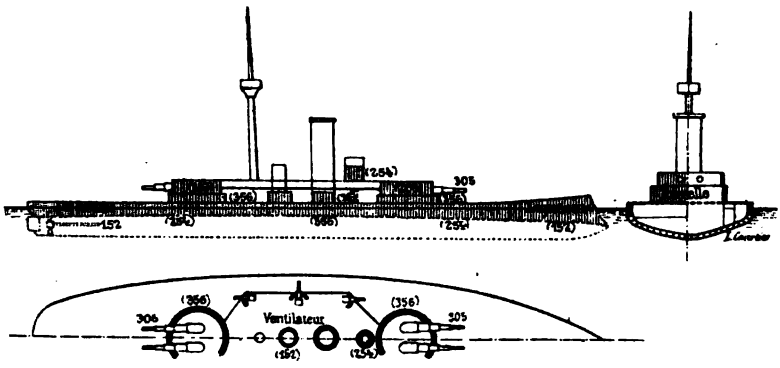


Fig. 21. - Puritan

La simplicité et la justesse de la conception militaire du monitor sont sans doute les causes de cette uniformité de construction depuis quarante ans.

En effet, les bâtiments de combat à œuvres mortes élevées sont toujours, quoi qu'on fasse, plus ou moins soumis au fatal dilemme suivant : ou avoir une stabilité initiale forte ou une stabilité initiale faible. Dans le premier cas, la stabilité est trop forte lorsque les œuvres mortes non cuirassées sont intactes, et alors l'immobilité de plate-forme de tir est mauvaise. Dans le second cas, cette immobilité de plate-forme est bonne, mais la stabilité est compromise lorsque les œuvres mortes blindées sont détruites : le bâtiment risque alors de chavirer subitement après un combat un peu sérieux.

Le seul palliatif pour échapper à ces conséquences désastreuses consiste en une stabilité initiale un peu forte, des quilles latérales à roulis très développées, et surtout une grande hauteur de ceinture. Mais alors cette ceinture est relativement mince même en adoptant d'énormes déplacements; et il n'est pas prouvé que des blindages ainsi disposés demeurent efficaces dans l'éventualité possible, voire même probable, où l'utilisation des forces du recul des pièces et les progrès des dispositifs automatiques permettraient d'établir des pièces de 200 *mm* ou même de 250 *mm* réellement à tir très rapide.

Le monitor, au contraire, grâce à son absence d'œuvres mortes, est toujours dans les conditions où il se trouve après un combat sérieux.

La stabilité initiale très forte ne donne des roulis durs que jusqu'au moment où le pont supérieur s'engage sous l'eau et constitue ainsi une énorme quille à roulis.

Le grand défaut du monitor est que son avant bas lui interdit toute marche rapide par grosse mer debout. Le remède consisterait évidemment à surélever l'avant par une robuste superstructure.

En outre, la faible élévation de sa ceinture permet, à égalité de poids, d'avoir une épaisseur de cuirassement à peu près double de celle des navires à œuvres mortes élevées et à haute ceinture.

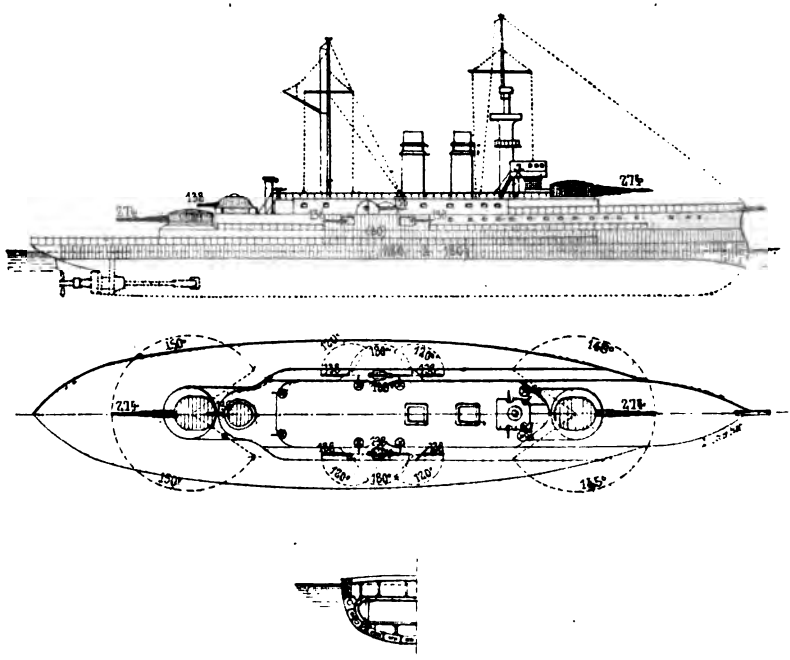


Fig. 22.- Henri IV

M. Bertin a établi les plans d'un monitor à avant surélevé : c'est le *Henri IV*, remarquable création sur laquelle se trouvent plusieurs innovations intéressantes, entre autres l'application de la tranche cellulaire moderne sur un monitor. Ce genre de bâtiment est-il le type du navire de combat de l'avenir? Nous l'igno-

rons, bien que nous ayons ici même développé les raisons qui nous faisaient considérer le monitor avec avant surélevé comme la plus puissante machine de combat que l'on puisse actuellement établir.

Les essais du *Henri IV* nous donneront sans doute des éclaircissements sur cette question. Pourtant, nous croyons qu'il n'est pas impossible que ce navire donne certains mécomptes par suite du fait que la superstructure repose directement sur le pont blindé : les renseignements venus d'Amérique semblent, en effet, prouver que les superstructures centrales de certains monitors les rendent moins marins en empêchant les coups de mer de passer sur le pont.

Nous avons toujours regretté que l'on n'eût pas adopté sur le *Henri IV* la solution, beaucoup plus radicale, qui aurait consisté à ménager sur presque toute la longueur du bâtiment un libre passage aux coups de mer en mettant, pour ainsi dire, les œuvres mortes sur pilotis.

Il est intéressant de passer rapidement en revue les différents événements maritimes qui se sont succédé au cours de ces trois périodes : la guerre de Sécession, Lissa, le Yalou, et Santiago de Cuba. A propos de cette dernière bataille, nous devons faire ressortir l'importance considérable et toujours croissante du rôle du mécanicien à bord du navire moderne. A l'appui de cette vérité, on peut citer l'exemple de l'*Orégon*, qui effectue sans accident l'énorme traversée de San Francisco aux Antilles et, à peine arrivé à Santiago, retrouve facilement sa vitesse d'essais (16 nœuds) en chassant l'escadre espagnole.

L'*Orégon* force à la course le *Cristobal Colon*, qui avait pourtant donné une vingtaine de nœuds aux essais quelques mois auparavant.

Ainsi a été démontrée une fois de plus l'importance capitale du rôle que joue le mécanicien sur le navire de combat moderne : cette importance croit sans cesse, et l'on peut dire que la prochaine guerre navale sera une guerre de mécaniciens tout comme la prochaine guerre continentale sera une guerre de chemins de fer.

Cet engagement a clairement mis en lumière la valeur des blindages légers : les pertes à bord du *Colon*, dont toute la partie centrale est constituée par une batterie blindée à une quinzaine de centimètres, ont été infiniment moindres que sur les autres bâtiments espagnols où le cuirassement, beaucoup plus épais,

est limité à une étroite ceinture de flottaison et aux tourelles des grosses pièces.

En ce qui concerne la flotte française moderne, il est regrettable de voir encore construire des croiseurs et des cuirassés d'un tonnage et d'une puissance militaire ou mécanique plus faibles que ceux des navires similaires étrangers.

Nous ne voulons pas donner un avis absolu au sujet du débat entre les partisans des navires de combat cuirassés et les partisans des croiseurs blindés, parce que cette question dépend de la politique extérieure de la France qu'il ne nous appartient pas de juger, et parce que la différence entre les cuirassés et les croiseurs blindés tend à diminuer tous les jours.

Mais, ce que nous affirmons hautement, c'est que le département de la Marine a commis une erreur lamentable en mettant en chantier les croiseurs blindés de 8 000 *tx* et toute la série des 10 000 *tx*, alors que les Anglais construisent des 12 500 et 14 000 *tx*. Il est d'autant plus difficile de s'expliquer cette aberration, ce retour en arrière, que l'on avait montré précédemment une plus grande hardiesse avec la mise en chantier de la *Jeanne-d'Arc*.

Des critiques de même ordre doivent malheureusement être faites en ce qui concerne un certain nombre de nos bâtiments de combat manifestement trop petits pour remplir les conditions des programmes tracés.

Sur le *Gaulois* et le *Charlemagne*, l'artillerie moyenne à tir rapide, d'un calibre, d'ailleurs insuffisant, est groupée dans une espèce de batterie très faiblement blindée; de plus, le can inférieur de la cuirasse de batterie n'est relié au can supérieur de la cuirasse des cofferdams que par une simple tôle. Il en résulte que la protection moyenne de l'artillerie est absolument dérisoire et bien inférieure à celle que donnent les petites tourelles fermées du *Jauréguiberry* et du *Carnot*.

La cause initiale de ce grand défaut est purement et simplement un déplacement insuffisant : le *Gaulois* et le *Charlemagne* devraient déplacer chacun 2 000 *t* de plus.

Quelle que soit l'espèce de bâtiment que l'on croie devoir adopter, il faut toujours, dans ce genre particulier, chercher à obtenir l'unité la plus puissante au point de vue militaire et au point de vue mécanique; et cette puissance militaire et mécanique ne peut s'obtenir qu'avec de très grands déplacements.

D'ailleurs, l'effectif de l'équipage et, par conséquent, une

fraction importante des frais d'entretien n'augmentent pas proportionnellement avec le déplacement.

On ne devrait jamais perdre de vue que les bâtiments trop faibles pour combattre et trop lents pour fuir sont, en définitive, ceux qui coûtent le plus cher à la nation assez mal inspirée pour les construire.

C'est là une vérité qui restera la base fondamentale de la puissance navale, sinon toujours, du moins jusqu'au moment où une nouvelle catégorie d'engins, tels que les sous-marins par exemple, arriverait à bouleverser complètement les conditions de la guerre navale — et encore est-il bien possible que le sous-marin de l'avenir soit un bâtiment ayant un déplacement infiniment plus considérable que le *Gustave Zédé* et le *Narval*.

DISCUSSION

M. S. Périssé pense que la très intéressante communication de M. de Chasseloup-Laubat doit être suivie d'un exposé rapide relatif aux approvisionnements de charbon, afin de démontrer l'absolue nécessité de créer des points d'appui sérieux pour notre flotte de guerre.

M. de Chasseloup-Laubat, dont la compétence en cette matière est bien connue, a fourni des détails très écoutés sur les flottes française, anglaise, américaine, japonaise, etc., tant au point de vue du matériel défensif : LES CUIRASSES, qu'au point de vue matériel offensif : LES CANONS. Il a démontré l'utilité de donner aux ingénieurs-mécaniciens du bord la situation que légitime l'importance de leurs fonctions, et les applaudissements qui se sont fait entendre au moment où il parlait de cette question ont démontré combien la Société des Ingénieurs Civils partageait, sur ce point, l'opinion exprimée.

Mais il ne suffit pas d'avoir des navires bien armés et bien défendus avec un excellent personnel à bord, il faut encore autre chose. Ce sont de bonnes machines, de bonnes chaudières et un approvisionnement suffisant de combustible pour alimenter celles-ci, car un navire de guerre sans charbon est un corps flottant inerte, absolument impuissant pour l'attaque et pour la défense.

Les chiffres donnés par M. de Kerjégu, député, dans son Rapport sur le budget de la marine, en 1898, apportent une série de renseignements sur la puissance maxima, la contenance des soutes de charbon et les rayons d'action de nos bâtiments de guerre les plus modernes. On y lit que nos cuirassés d'escadre et nos croiseurs-cuirassés sont, entre eux, peu différents au point de vue de la vitesse et au point de vue du rayon d'action. Ce rayon d'action, à la vitesse maxima, varie de 800 à 1 200 milles pour nos meilleurs cuirassés d'escadre, et de 900 à 1 200 milles pour nos croiseurs, en supposant l'approvisionnement normal de houille. Quant à la vitesse maxima, elle est, en moyenne, de 20 nœuds ou 20 milles à l'heure pour nos cuirassés, et de 21 nœuds pour nos croiseurs des derniers types.

Si l'on admet un rayon d'action moyen de 1 000 milles pour les cuirassés et de 1 050 milles pour nos croiseurs, on trouve que le plein d'approvisionnement normal de houille correspond à cinquante heures de marche à la vitesse maxima de ces navires de guerre français les plus modernes. Évidemment, le rayon d'action augmente à mesure que la vitesse du navire diminue, et l'on peut dire que, pour les navires ci-dessus, ayant 20 à 21 nœuds de vitesse maxima, le chemin qu'ils peuvent parcourir à la vitesse de 10 nœuds est quatre à cinq fois plus long; autrement dit, leur rayon d'action devient quadruple ou quintuple.

En fait, les navires de guerre sont appelés à prendre, dans une campagne, les vitesses les plus variées, et il n'est pas supposable qu'un navire soit appelé à fournir cinquante heures consécutives de marche à outrance correspondant à la consommation totale de l'approvisionnement du bord. Cependant, pour fixer les idées, M. S. Périssé se propose de rechercher, pour un de nos navires parti de Toulon ou de Brest, quel serait son rayon d'action par rapport à des ports bien connus, s'il marchait à la vitesse maxima. Cette hypothèse peut n'être pas loin de la réalité si, avant que nous n'ayions des points de ravitaillement hors de la métropole, une guerre maritime éclatait, au cours de laquelle un ou plusieurs de nos vaisseaux aurait à attaquer et à détruire des navires marchands escortés par des vaisseaux ennemis plus nombreux et plus forts que les nôtres. Les navires français devraient être puissants comme vitesse, et profiter de cette puissance pour attaquer et rentrer de suite au port d'attache.

1re Hypothèse : *Navires partant de Toulon.* — Les distances d'Alger et de Tunis étant de 405 et de 450 milles, ils pourraient donc aller et revenir sans épuiser leur approvisionnement, en marchant à la vitesse maxima.

Nos meilleurs navires, ayant un rayon d'action de moins de 1200 milles, ne pourraient aller à Malte (612 milles) et à Gibraltar (713 milles). Ils ne pourraient pas faire le voyage simple de Toulon à Port-Saïd (1485 milles).

Admettons la vitesse réduite à 10 nœuds : aucun de nos navires cuirassés, aucun de nos croiseurs ne peut aller dans l'Indo-Chine (7150 milles jusqu'à Saïgon), ni même à Madagascar (5082 jusqu'à Tamatave), avec son seul approvisionnement normal de houille. Il faut qu'il en prenne en route, et où ?

2e Hypothèse : *Navires partant de Brest.* — Voici quelques distances en milles marins de 1852 *m*, comptés à partir de Brest :

Dakar.	2166	milles.		
Fort-de-France. .	3446	—		
Tamatave	6465	—		
Saïgon	8533	—		
Haïphong	9174	—		
Londres.	402	—	Aller et retour. .	804
Liverpool	407	—	— . .	814
Hambourg. . . .	718	—	— . .	1436

Un navire de 1000 milles de rayon d'action à 20 nœuds) et de 5000 à 10 nœuds, pourrait aller à Londres ou à Liverpool et en revenir à la grande vitesse, mais ne pourrait aller à Hambourg. Il pourrait, à 10 nœuds, faire le voyage simple des Antilles, mais ne pourrait aller à Madagascar, ni en Chine, sans prendre de charbon en route ; mais où en prendre actuellement ?

Des chiffres précédents on conclut que, dans la situation actuelle, nos navires seraient, en cas de guerre, réduits à l'impuissance, s'ils s'éloignaient des ports de la métropole.

Il est donc absolument nécessaire, pour pouvoir combattre sur mer et défendre nos colonies, que notre pays établisse enfin des points d'appui : dans l'Atlantique, à Dakar, ou un autre point de la côte occidentale ; dans la mer des Antilles, à Fort-de-France ; dans la mer des Indes, à Diégo-Suarez, et au Tonkin pour les mers de Chine.

En ce qui concerne la Méditerranée, où nous avons des intérêts de premier ordre à soutenir et à sauvegarder, notre flotte

doit pouvoir s'appuyer non seulement à Toulon dans la partie occidentale, mais encore dans un des ports de la partie orientale et dans un port central, Bizerte, qui est sous notre protectorat depuis déjà longtemps; on ne peut véritablement pas comprendre pourquoi le nécessaire n'a pas été fait depuis dix ans pour assurer à nos navires le ravitaillement en combustible et en munitions, en même temps qu'un refuge comparable à ceux que d'autres puissances possèdent dans la partie centrale de la Méditerranée.

C'est seulement dans ces conditions que notre flotte pourra évoluer librement et avoir ses coudées franches dans la Méditerranée.

Chacun des points d'appui à établir doit être à la fois défendu et approvisionné. Défendu, pour ne pas tomber au pouvoir de l'ennemi, et pour offrir à nos vaisseaux la sécurité nécessaire. Approvisionné en houille et en munitions, de telle manière que nos navires puissent s'y ravitailler rapidement.

Il ne suffit pas d'avoir un approvisionnement de houille, il faut encore qu'elle soit de bonne qualité, et pour cela il importe de la renouveler assez fréquemment.

La dernière guerre entre les États-Unis et l'Espagne apporte sur ce sujet un exemple topique. Le rapport de l'amiral Sampson, en parlant du « Cristobal Colon » dont M. de Chasseloup vient d'entretenir la Société, relate que ce beau navire, ayant des chaudières multitubulaires à bord, aurait pu échapper à l'escadre américaine s'il avait eu du charbon de bonne qualité. Il a pu fuir devant les puissants navires américains en parcourant 50 milles à une vitesse au moins égale, parce qu'il avait dans ses soutes une certaine quantité de briquettes; mais, après cette marche, il a dû employer le charbon pris à Santiago, qui était vieux et plus ou moins à l'état de poussier; sa vitesse a été aussitôt tellement réduite que sa seule ressource a été de se jeter à la côte.

Il faut donc que la houille des points d'appui soit de bonne qualité, et, par suite, de temps en temps renouvelée. Pour qu'il en soit ainsi pratiquement, le port fortifié doit pouvoir offrir du charbon aux vapeurs de commerce à un prix qui ne dépasse pas celui qui leur est offert sur d'autres points de leur parcours.

L'abaissement du prix de la houille dans les pays qui n'en produisent pas dépend de l'abaissement du prix de transport depuis le pays producteur, c'est-à-dire de la possibilité de donner du fret de retour aux navires charbonniers.

C'est pourquoi il faudra, autant que possible, dans l'hinterland de nos colonies, diriger nos voies ferrées vers le port constituant le point d'appui ; on y fera ainsi arriver des marchandises qui constitueront du fret de retour.

Une autre condition pour que les paquebots et les vapeurs de commerce viennent s'approvisionner en houille dans les ports fortifiés, est que ceux-ci ne soient pas trop éloignés de la route qu'ils suivent ordinairement. Sous ce rapport, les ports du Sénégal et de Fort-de-France sont assez bien situés.

Le port de Bizerte est parfaitement situé sous tous les rapports : vaste rade facile à défendre ; possibilité d'avoir du fret de retour, et très bonne position pour offrir de la houille aux navires de commerce.

Notre point d'appui au Tonkin peut rendre de très importants services, parce qu'il sera facile d'y trouver une rade intérieure dont les abords peuvent être bien défendus, et parce que les gisements de houille du voisinage permettront d'y créer un centre d'approvisionnement dans les meilleures conditions.

L'absolue nécessité des points d'appui de la flotte française se trouve démontrée par les chiffres et les considérations qui précèdent. Sans eux, notre flotte serait réduite à l'impuissance si elle s'éloignait des ports de la métropole, et on ne comprendrait pas pourquoi des sommes considérables ont été et seront encore dépensées pour la construction de navires et de croiseurs cuirassés, si ceux-ci ne devaient servir qu'à défendre les côtes françaises, sans pouvoir porter secours à nos colonies.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT répond que c'est avec intention qu'il n'a pas parlé de la question du charbon sur les navires de guerre, question très délicate et très complexe, attendu qu'elle est autant domaine de la stratégie que de la construction navale.

Il ne fait aucune difficulté pour reconnaître que, en général, les approvisionnements de nos bâtiments de combat et de nos croiseurs sont trop faibles ; la cause principale en est dans l'insuffisance des déplacements, cause que l'on retrouve d'ailleurs dans la plupart des défauts des bâtiments de guerre.

En ce qui concerne les chiffres fournis par M. Périssé, M. de Chasseloup-Laubat déclare n'y attacher qu'une importance très secondaire, car dans les questions maritimes les chiffres n'ont pas grande valeur lorsqu'on n'examine pas tous les détails des faits que l'on prétend ainsi résumer. Il ne croit pas que les

chiffres de M. Périssé puissent servir à établir la base des rayons d'action des navires de guerre aux allures forcées.

D'abord, il ne sait pas si ces statistiques tiennent compte des très importantes consommations des machines auxiliaires.

Ensuite, il n'est pas prouvé que les appareils évaporatoires et moteurs des bâtiments actuels puissent être impunément soumis à un maximum d'effort pendant très longtemps.

Et enfin, en admettant, ce qu'il ne croit pas, que les chiffres du rapport parlementaire cité tiennent suffisamment compte des consommations des machines auxiliaires et que les appareils évaporatoires et moteurs puissent supporter cet intense effort prolongé, ces chiffres n'auraient pas encore une grande signification parce que, sur la plupart des navires de guerre, la totalité des soutes n'est pas disposée de façon à pouvoir débiter longtemps une quantité spécifique de houille suffisante pour la marche à toute puissance.

C'est là un fait très important, que l'on oublie presque toujours lorsqu'on parle des navires de guerre ; aussi, M. de Chasseloup-Laubat demande la permission de rappeler ce qu'il a déjà dit à la Société au sujet de l'essai de traversée à grande vitesse de l'Atlantique par le croiseur américain le *Columbia* (*Bulletin* de juillet 1896, page 53).

« Le service des soutes a été tellement pénible que, malgré » un renfort de douze chauffeurs volontaires et de quarante- » huit soutiers volontaires pris dans l'équipage, tout le personnel » a été littéralement mis sur les dents.

» Le commandant Sumner a donc cru devoir renoncer à la » la marche au tirage forcé pendant vingt-quatre heures.

» Ce résultat n'a pas surpris M. de Chasseloup-Laubat. Depuis » longtemps il a constaté par lui-même que, sur la plupart des » navires de guerre, il était impossible d'organiser un service » intensif — on pourrait presque dire une exploitation inten- » sive, — des soutes, plus particulièrement des soutes de sur- » charge et des soutes de la tranche cellulaire.

» Lorsqu'on marche à une allure modérée, il est possible de » vider d'une façon suffisamment rapide les soutes de surcharge » et de l'entrepont cellulaire ; on peut par conséquent réserver » pour un coup de collier les grandes soutes de cale situées » près des chaudières.

» Mais lorsqu'on désire maintenir longtemps une allure ra- » pide, il n'en est plus ainsi : la production des soutes de sur-

» charge étant insuffisante pour assurer le service des chaufferies,
» on est conduit à brûler le charbon des grandes soutes de cale
» dont l'accès est facile, et lorsque ces soutes, d'une exploitation
» facile, sont épuisées, on se trouve pris par l'insuffisance de
» débit des soutes de surcharge.

» C'est là un point extrêmement important pour les croiseurs,
» puisqu'ils peuvent être appelés à fournir de longs parcours à
» une allure forcée. La solution du problème n'èst certainement
» pas commode, et tout porte à prévoir qu'elle ne pourra être
» obtenue que par l'augmentation du déplacement ou par l'adop-
» tion du combustible liquide. »

M. de Chasseloup-Laubat ne nie pas l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir soutenir une très grande allure pendant plusieurs jours, mais ce résultat, auquel les grands paquebots postaux peuvent seuls arriver aujourd'hui, ne pourrait être obtenu qu'à l'aide des moyens employés pour ces paquebots : machines relativement plus lourdes pour une même puissance, et soutes plus largement disposées. En outre, pour utiliser convenablement ces grandes puissances par gros temps, il faudrait augmenter la longueur du bâtiment. On serait ainsi forcément conduit aux déplacements des grands paquebots-poste, soit 20 à 25 000.

M. de Chasseloup-Laubat ne croit pas utile d'examiner ici la question des points d'appui de la flotte; pourtant, il n'hésite pas à dire que, suivant lui, il faut d'abord aménager Bizerte, puis Oran, Saïgon et Dakar. Les autres points lui paraissent beaucoup moins utiles, et surtout beaucoup plus difficiles à défendre convenablement, avec les ressources locales naturelles.

Etant donné que la France ne peut pas disposer d'un nombre indéfini de millions et d'hommes, il vaut mieux concentrer ses efforts sur les quatre points en question plutôt que les disséminer, et par conséquent les gaspiller dans toutes les régions du globe sur de faibles points d'appui, fatalement destinés à tomber entre les mains d'une puissance maritime prépondérante.

En voulant être fort partout on n'est fort nulle part; et lorsqu'on règle ses comptes à la cessation des hostilités, on peut toujours se faire indemniser des pertes subies sur les théâtres secondaires, lorsqu'on a su être fort sur les théâtres principaux des opérations.

M. R. Soreau dit que, puisqu'on a soulevé l'importante question des points d'appui et de réapprovisionnement, il peut signaler

à la Société ce fait topique : à la suite des expériences entreprises un peu partout, et notamment en Angleterre, pour installer, à bord des navires, des chaudières chauffées au pétrole, seul ou mélangé au charbon, une puissante Compagnie anglaise vient de mettre en exploitation de nouveaux gisements découverts à Bornéo ; elle se propose de jalonner la route de l'Extrême-Orient de dépôts qui permettront l'emploi du pétrole à bord des paquebots, et il n'est pas douteux que l'Angleterre ne manquerait pas, en temps de guerre, d'utiliser ces dépôts pour les navires munis de chaudières à chauffage mixte.

M. L. DE CHASSELOUP-LAUBAT répond que, sur les bâtiments de guerre français modernes, on installe aussi le chauffage mixte à la houille et aux huiles lourdes.

Le but de cette disposition est uniquement l'obtention d'une chauffe très intense sans dépasser les consommations normales de houille par mètre carré-heure de grille. En effet, il ne faut pas perdre de vue que l'intense production spécifique de vapeur à l'aide de la houille seule exige un personnel non seulement exercé, mais encore reposé et jouissant de tout son sang-froid. Pendant le combat qui peut suivre presque immédiatement une mobilisation hâtive, il n'est nullement prouvé que l'on puisse disposer d'un pareil personnel : on a donc voulu pouvoir obtenir une intense chauffe spécifique et, par conséquent, une intense production spécifique de vapeur avec des moyens humains ordinaires. C'est là une idée qui paraît fort juste et contre laquelle il ne semble pas qu'on puisse élever d'objection.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 2402-2-00. — (Encre Lorilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

MARS 1900

Première Quinzaine.

N° 5

CHRONIQUE

N° 243 A.

SOMMAIRE. — Les premières locomotives *(suite et fin)*. — Opérations récentes de sauvetage maritime. — Combustible nécessaire pour le chauffage d'un local. — Construction et arrangement des bibliothèques *(suite et fin)*.

Les premières locomotives *(suite et fin)*. — En 1826, MM. Stephenson et C^ie^ firent, pour le chemin de fer de Stockton à Darlington, trois autres machines dont les noms étaient « Hope », « Black Diamond » et « Diligence ». Ces machines étaient du même type que la « Locomotion » et avaient deux tuyères d'échappement.

MM. Wilson et C^ie^, en mars 1826, firent pour le chemin de fer de Stockton à Darlington une locomotive à quatre roues et quatre cylindres appelée « Stockton ». Dans cette machine, chaque essieu était indépendant et actionné par une paire de cylindres agissant sur des boutons de manivelles à 90° l'un de l'autre. On pouvait, à volonté, envoyer la vapeur dans l'une ou l'autre de ces paires de cylindres ou dans les deux; les deux changements de marche pouvaient être ma-

nœuvrés séparément. La vapeur d'échappement était déchargée dans la cheminée par deux tuyères, une pour chaque paire de cylindres.

Cette machine, après quelques mois de service, éprouva une collision à Stockton; les cylindres et une partie du mécanisme furent brisés et la liste officielle du matériel, en date du 31 décembre 1826, porte la mention au n° 5 : « Cette machine n'est plus en service. »

En octobre 1826, MM. R. Stephenson et C^ie^ placèrent sur la ligne de Stockton à Darlington une nouvelle locomotive nommée « Experiment », portant le n° 6 sur les livres de la Compagnie et le n° 9 sur les livres du constructeur. Cette machine avait six roues, toutes accouplées ensemble au moyen de bielles extérieures; les cylindres étaient extérieurs et inclinés, les bielles motrices s'articulant sur des boutons de manivelles fixés aux roues d'avant. La vapeur sortant des cylindres était évacuée dans la cheminée par deux tuyères. Un dessin de cette machine à grande échelle figure au musée de South-Kensington. L'Experiment a été la première locomotive construite avec six roues accouplées par des bielles; elle fonctionna avec succès pendant plusieurs années et Nicolas Wood, dans la troisième édition de son *Traité des Chemins de fer*, page 736, indique que, pendant le second semestre de 1833, elle a fait un parcours de 7 084 *km*; le coût des réparations, par tonne brute transportée à 1 *km* sur niveau, ressortait à un tiers de centime.

Après que l'Experiment eut été en service pendant un an, Timothy Hackworth mit le « Royal George » en service sur le chemin de fer de Stockton à Darlington. Ce Royal George n'était autre que l'ancienne machine n° 5 « Stockton » transformée. Les six roues étaient toutes accouplées par des bielles, les quatre cylindres brisés avaient été remplacés par deux neufs; on avait mis un tube à retour de flamme dans la vieille chaudière et on avait conservé l'ancien échappement à deux tuyères, chacune servant alors pour un cylindre. En 1828, MM. Stephenson et C^ie^ construisirent une locomotive de ballastage à quatre roues nommée « Lancashire Witch », qui portait le n° 11 de fabrication des constructeurs; elle avait deux tuyères d'échappement, une pour chaque cylindre.

On se servait de cette machine pour le transport des matériaux dans la construction du chemin de fer de Bolton à Leigh; elle roulait sur une voie qui n'avait que 270 *m* de longueur. Avec un si faible parcours et des stationnements souvent très prolongés, on avait beaucoup de peine à maintenir la pression. Pour surmonter cette difficulté, on avait installé sous le tender une paire de soufflets qu'on pouvait faire fonctionner au moyen d'un levier à bras et qui envoyait l'air sous la grille. Ces soufflets ne servaient que pendant les stationnements; en marche, le tirage était entretenu par les tuyères d'échappement. Ces soufflets remplirent bien le but que s'était proposé le constructeur, Stephenson; mais, dès l'ouverture de la ligne à l'exploitation, comme la machine avait un parcours suffisant à exécuter, on n'eut plus besoin de se servir de ces appareils. Toutefois, ils restèrent encore en place pendant près de quinze ans, seulement on avait enlevé la commande.

En 1829, R. Stephenson et C^ie^ construisirent la « Rocket », n° 19 de

fabrication, pour le concours de Rainhill. Cette machine avait deux tuyères lorsqu'elle quitta les ateliers de Newcastle; chacune de ces tuyères avait 37 1/2 *mm* de diamètre et donnait un tirage correspondant à une hauteur d'eau de 75 *mm*. La machine marcha avec ses deux tuyères jusqu'en 1843 ou 1844, et les porte encore telle qu'elle est exposée au musée de South-Kensington. Il n'est pas sans intérêt de faire observer que la Rocket et la machine d'Hackworth, la Sanspareil, reposent au musée de Kensington sur les rails originaux de 1829 du chemin de fer de Liverpool à Manchester, offerts à cette intention au musée par l'auteur.

Les livres de fabrication de R. Stephenson et C^ie^ montrent que, de 1824 à la fin de 1829, la maison avait construit 19 locomotives, toutes avec deux tuyères d'échappement. Ce ne fut qu'en 1830 que la tuyère unique fut appliquée sur la machine « Invicta » n° 20, construite pour le chemin de fer de Canterbury à Whitstable; cette machine a été conservée par la Compagnie du South Eastern et ses dessins figurent à South Kensington. La collection des dessins des anciennes locomotives du Stockton and Darlington Railway, ainsi que les listes officielles de locomotives, tant de cette Compagnie que de MM. Stephenson, figuraient dans la « collection Stretton » à l'Exposition de Chicago en 1893.

Opérations récentes de sauvetage maritime. — Les opérations de sauvetage, ce mot étant employé pour désigner le renflouage de navires échoués ou coulés, se sont développées en importance dans ces dernières années en proportion avec les perfectionnements apportés aux méthodes et à leur mise en œuvre. Un article de M. Waldon Fawcett, publié dans l'*Engineering Magazine*, entre dans d'intéressants détails sur quelques opérations récentes de ce genre.

On entreprend aujourd'hui des sauvetages qu'on aurait regardés, il y a quelques années, comme impraticables et ceux qu'on a menés à bien pendant la dernière année dépassent comme importance et comme intérêt tout ce qu'on avait fait jusqu'ici. L'année 1899 a vu mettre en service un matériel et un équipement très supérieurs à ce qu'on avait employé précédemment, et les nouvelles méthodes introduites se sont montrées des plus efficaces. On a même pu voir, dans un cas, celui du sauvetage du paquebot américain *Paris*, la science pratique, le matériel et le personnel de la première nation maritime du monde, battus sur ce terrain par les mêmes éléments d'un pays nouveau venu sur les mers.

L'ère actuelle des grandes opérations de sauvetage date, à proprement parler, des tentatives faites pour relever quelques-uns des croiseurs espagnols coulés dans l'engagement devant Santiago en juillet 1898. La première tentative faite pour remettre à flot le croiseur *Maria Theresa* fut particulièrement difficile à cause des circonstances atmosphériques, mais les méthodes employées ne différaient pas, en principe, des méthodes employées précédemment. La perte définitive du navire, pendant son voyage de Cuba aux États-Unis, mit fin à ces opérations. Le Conseil d'enquête a déchargé les officiers responsables de tout blâme pour la perte du navire, bien qu'il ait été reconnu que l'impuissance du matériel d'épuisement à tenir le navire à flot était due simplement à l'en-

gorgement des crépines d'aspiration qu'on avait négligé de tenir propres.

Les efforts de l'ingénieur de la marine, R. P. Hobson, pour intéresser le gouvernement américain dans l'emploi de l'air comprimé, afin de relever le croiseur *Cristobal Colon*, procédé qui a soulevé des discussions très importantes à l'époque, n'ont donné aucun résultat. Il n'est pas douteux que ce système ne puisse réussir dans certaines circonstances, mais il est probable que la dépense qu'il eût entraînée n'aurait pas été justifiée. On a, à diverses reprises, fait usage depuis quelques années de l'air comprimé dans les opérations de sauvetage ; il a notamment été employé avec succès dès 1880, par M. George W. Dickie, directeur des Union Iron Works, à San Francisco, pour le relèvement du navire anglais *Jessie Osborne*. M. Dickie est toujours partisan de son emploi, se basant sur ce fait qu'une pression de 1 *atm* équilibre 10 *m* de hauteur d'eau et qu'il est plus rationnel de refouler de l'air comprimé dans la cale d'un navire que d'en extraire de l'eau avec des pompes. On utilise toute la pression de l'air comprimé pour refouler l'eau hors de la coque, tandis que l'effet utile des pompes ne correspond qu'à l'excès de l'eau enlevée sur l'afflux qui se fait par les trous de la coque. Il est évident que les méthodes d'épuisement direct ne sont applicables qu'au cas où les venues d'eau sont très faibles relativement.

Le sauvetage de l'ancien croiseur espagnol *Reina Mercedes* constitue l'opération de ce genre la plus importante et la plus remarquable qui ait été faite dans les eaux des Indes Occidentales. On a commencé le travail le 2 janvier 1899 et le navire fut remorqué le 1er mars dans le port de Santiago. La coque reposait sur le bord d'un récif avec une bande de 28°, sous 7,8 *m* d'eau du côté de la terre et 12,60 *m* du côté du large. Toute la menuiserie et les ouvrages en bois, y compris les logements de l'état-major, étaient détruits ; on éleva sur le pont principal une cloison formant batardeau en avant de la passerelle, en y employant 30 000 pieds de bois, 6 *t* de boulons et 800 yards de toile. Après qu'on eut épuisé l'eau derrière ce barrage, le navire se releva et on put le remorquer dans le port de Santiago avec 3,60 *m* d'eau dans la cale. Ces opérations présentèrent beaucoup de difficultés. Ainsi on trouva dans l'inspection sous-marine de la coque des trous trop gros pour pouvoir être bouchés avec des tampons en bois et qu'il fallut obturer avec des plaques de tôle. On se servit d'outils pneumatiques pour ce travail et plus de 300 trous furent percés sous l'eau par des perceuses de ce genre.

Il est probable que le plus remarquable exemple de sauvetage maritime qu'on puisse trouver dans l'histoire de ce genre d'opérations est le renflouement et la reconstruction du steamer *Milwaukee*, la dernière faite dans l'été de 1899 aux chantiers Swan et Hunter à Wallsend sur la Tyne.

Le *Milwaukee* (1), navire de 145 *m* de longueur et 16,9 *m* de largeur, se mit à la côte près d'Aberdeen en septembre 1898 ; un roc pointu avait pénétré dans la coque sur une longueur de 9 *m* et une hauteur de 2,40 *m*. Lorsque les renfloueurs virent qu'il n'y avait pas moyen de retirer le navire tout entier de cette position, ils se décidèrent à le couper en deux

(1) Voir *Informations techniques* de Juin 1899, page 1065.

avec de la dynamite. Ce fut fait et on laissa sur place un morceau de 54 *m* de longueur de l'avant pour ramener le reste à Wallsend où on le fit entrer dans une forme sèche.

Pour couper le navire, on se servit de charges successives de dynamite distribuées sur une longueur de 1,20 *m* à 1,8 *m*, l'importance des charges variant suivant l'épaisseur des tôles sur lesquelles elles étaient appliquées. L'acier était de si bonne qualité qu'il fallut employer près de 250 *kg* de dynamite. Bien qu'on se servit de fortes charges, la coque n'était sérieusement endommagée qu'à l'emplacement même des cartouches.

Pour faire flotter la partie retirée de la coque, on dut se fier à la cloison étanche établie à l'avant des chaufferies, en renforçant convenablement cette cloison. Le navire fut remorqué jusque dans la Tyne en marchant cette cloison en avant et sous l'action de son propre moteur venant en aide à celle de deux remorqueurs. On construisit un nouvel avant pour remplacer celui qu'on avait dû abandonner et on le réassembla dans la forme sèche avec la partie conservée du navire. *(A suivre.)*

Combustible nécessaire pour le chauffage d'un local. — M. J. Orpiszewski donne dans la *Revue technique de Varsovie* une note sur la quantité de combustible nécessaire pour le chauffage d'un local, note dont nous trouvons le résumé suivant dans le *Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et des Architectes*.

La perte de chaleur d'un local donné, perte qu'il convient de contrebalancer par le chauffage, ne dépend pas du volume de la pièce, mais de la différence de température de l'air à l'extérieur et à l'intérieur et des surfaces de refroidissement, c'est-à-dire de la somme des surfaces des murs extérieurs, des portes et des fenêtres, etc.

Pour déterminer la quantité de combustible nécessaire au chauffage d'un appartement, il faut donc tout d'abord déterminer les pertes de chaleur auxquelles il est exposé.

La différence de température entre celle de l'air extérieur et celle de l'air de l'intérieur du local, peut s'estimer en prenant la moyenne des températures de l'hiver dans la localité considérée ; par exemple, pour le canton de Vaud, on sera large en admettant — 2°. Pour l'intérieur, on exige en général + 16° ; nous aurions donc, pour la différence, 18°. Les coefficients de perte de chaleur *w* par mètre carré et par heure sont donnés par divers aide-mémoire sur la base d'expériences ; en voici quelques-uns :

Murs de 0,90 *m* d'épaisseur,	$w = 0{,}70$	calories par heure	et mètre carré.
— 0,75 *m* —	$w = 0{,}80$	—	—
— 0,60 *m* —	$w = 1{,}00$	—	—
— 0,45 *m* —	$w = 1{,}20$	—	—
Fenêtres doubles	$w = 2.20$	—	—
Portes	$w = 2{,}00$	—	—
Planchers.	$w = 1{,}00$	—	—
Plafonds	$w = 0{,}60$	—	—
Fenêtres simples et portes vitrées	$w = 4.00$	—	—

La perte de chaleur par heure sera donc donnée par la somme des surfaces de refroidissement multipliées chacune par son coefficient w et la différence de température, soit :

$$\Sigma \tau f w \text{ calories.}$$

Cette perte doit être compensée par la somme des calories fournies par le chauffage, c'est-à-dire le nombre de kilos N de combustible, bois ou charbon, multiplié par la quantité de calories k que produit chaque kilogramme en brûlant :

Pour le bois. . . . . $k = 2\,800$ calories.
— la houille. . . . . $k = 6\,600$ à $7\,700$ calories.
— le coke. . . . . $k = 7\,400$ calories.

A cette quantité il faut ajouter 20 0/0 pour tenir compte des pertes dues à ce que les portes et les fenêtres ne joignent jamais d'une manière irréprochable et diviser par 0,65, coefficient moyen d'utilisation des appareils de chauffage. (Pour les cheminées au bois, ce dernier coefficient est différent ; les cheminées ont un effet utile bien inférieur à celui des poêles.)

On aura donc pour expression de la quantité de combustible nécessaire pour un mois d'hiver par exemple :

$$N = \frac{\tau x\, 0{,}65 \times \Sigma f w}{1{,}20\, k} \times 24 \times 30.$$

Prenons un bâtiment de station du type de celles des lignes de la Broye ; les locaux de service au rez-de-chaussée seraient chauffés au coke, ceux de l'étage où se trouve l'appartement du chef de gare seraient chauffés au bois ; quelle serait la quantité de bois et de coke qu'exigerait le chauffage de ce bâtiment ?

On aura, pour le rez-de-chaussée, en fait de surface de refroidissement :

Murs extérieurs de 0,60 m	$91\ m^2 \times 1 = 91$	calories.
5 fenêtres $1 \times 2\ m$.	$10\ m^2 \times 4 = 40$	—
4 portes vitrées $1{,}50\ m \times 3\ m$	$16\ m^2 \times 4 = 72$	—
Planchers.	$58\ m^2 \times 1 = 58$	—
Perte totale par les surfaces de refroidissement.	261	calories.

L'étage étant chauffé aussi, il n'y a pas lieu de tenir compte des plafonds.

La quantité de coke à fournir pour le chauffage du rez-de-chaussée de ce bâtiment serait donc pour un mois :

$$N = \frac{18 \times 0{,}65 \times 261}{1{,}20 \times 7{,}400} \times 24 \times 30 = 248\ kg.$$

Pour l'étage, on aurait de même :

Murs extérieurs de 0,45 *m*.	104,40 $m^2 \times 1,20$	= 125,3
9 fenêtres de 90×180	14,60 $m^2 \times 4$	= 58,4
Plafonds.	58,00 $m^2 \times 0,6$	= 34,8
Perte totale par les surfaces de refroidissement.		218,5

$$N = \frac{18 \times 0,65 \times 218,5}{1,20 \times 2800} \times 24 \times 30 = 548\ kg.$$

Le bois de sapin pesant environ 500 *kg* le mètre cube, ce chiffre correspond à 1,10 stère. Le chauffage de ce bâtiment comporterait donc, pour un mois d'hiver, 248 *kg* de coke et 1,10 stère de bois.

Progrès dans la construction et l'aménagement des bibliothèques. *(Suite et fin.)* — Nous ne poursuivrons pas plus loin l'étude du plan de M. Bluenmer, qui comporte à l'autre extrémité de l'enceinte, et séparée du *stack*, ou magasin, par le bureau ou comptoir de distribution, la *salle de lecture*, éclairée, elle, à l'opposé du magasin, par des fenêtres larges et peu nombreuses. Ce qui a été dit suffit pour donner une idée des principes plus ou moins généralement admis en Amérique.

M. Claparède a montré plusieurs vues de ces *stacks*, que l'on construit tantôt en bois, tantôt en fer. Les Iron Stacks ou Steel Stacks sont fabriqués par plusieurs maisons, notamment, par le *Library Bureau*, de Boston, une grande agence fondée sous les auspices de l'Association des Bibliothécaires Américains pour la fourniture d'un matériel uniforme et rationnel à l'usage des bibliothèques.

L'avantage des montants métalliques, c'est de présenter sous un petit volume assez de rigidité et de solidité pour qu'on puisse placer les uns sur les autres un assez grand nombre de stacks; ces stacks ne pouvant s'étendre beaucoup en largeur à cause de la lumière qui doit y pénétrer, sont, par contre, souvent très hauts et doivent être pourvus d'escaliers et d'ascenseurs. En fer, ils sont incombustibles et offrent une facile pénétration à l'air et à la lumière. Ils permettent aussi, ce que les Américains apprécient beaucoup, un ajustage très exact; ils présentent des consoles mobiles ayant une rainure dans laquelle les rayons, généralement en bois, s'insèrent librement. Les montants ont une hauteur uniforme de 2,20 *m* ou à peu près.

Au point de vue des précautions contre l'incendie, l'établissement de corps de bibliothèques en matière incombustible est moins important que celui des planchers. Il est indispensable que ceux-ci constituent, dans l'édifice, un cloisonnement réfractaire en fer, afin qu'en cas d'incendie partiel, il ne puisse se produire un appel d'air qui livrerait aux flammes tout le magasin. Non seulement l'établissement de cages d'escaliers et d'ascenseurs devra être entouré de grandes précautions, mais les planchers seront de fer et de ciment ou, ce qui est préférable au point de vue du jour, de fer et de verre.

A côté du système des *stacks*, on a vu s'élever tout récemment en Amérique des bibliothèques présentant des dispositions assez différentes.

Certains bibliothécaires ont critiqué ce système d'agglomération très dense de dépôt des livres, soit au point de vue des dangers d'incendie, soit surtout parce qu'il s'oppose à l'accès facile des lecteurs aux rayons. Il faut dire que la tendance se répand maintenant de plus en plus en Amérique d'admettre les personnes qui fréquentent les bibliothèques publiques, ou du moins une certaine partie d'entre elles, à prendre elles-mêmes les livres sur les rayons.

On comprend que, dans les stacks, où l'espace libre est réduit à un minimum, il ne soit guère commode, lorsqu'on vient pour une recherche qui exige la consultation d'un assez grand nombre d'ouvrages, de s'établir à travailler auprès des rayons. On a donc cherché, dans certains établissements, à diviser le magasin de livres en autant de collections partielles qu'il y a de divisions dans la bibliothèque et à établir ainsi plusieurs salles de lecture ayant les avantages d'un bon éclairage et d'une bonne aération tout en étant rapprochées chacune de sa division respective. C'est surtout pour les bibliothèques qui ne prêtent pas au dehors que cette question s'est posée. Mais il est clair que, pour des raisons de place et par conséquent d'économie, le *system Poole*, c'est son nom, ne saurait être poussé à l'extrême que dans des cas très exceptionnels (1). Aussi, dans la pratique, s'est-on arrêté à une combinaison des deux systèmes. Tantôt, comme à Amherst College, on a réussi à ménager, dans le stack même, certains espaces libres, avec tables de travail près des fenêtres, tantôt on a divisé le stack et établi, à proximité immédiate de certaines de ses parties, des salles de lecture consacrées à la spécialité de la division du magasin à laquelle elles sont contiguës. On obtient ainsi des salles fort agréables qu'on peut entourer de rayons jusqu'à une hauteur de 2,20 *m*, en pratiquant au-dessus de ceux-ci des fenêtres qui donnent un jour des plus favorables.

Quel est le coût d'une bibliothèque d'importance moyenne, pratique, construite avec soin et sans luxe inutile? M. Fletcher, un écrivain américain compétent en la matière, estime que le prix de revient, étant données naturellement les conditions de son pays, doit être, au minimum, de 1,25 *f* par volume, *grosso modo* et qu'il ne saurait en tout cas, sans extravagance, dépasser 2,50 *f*.

Il évalue à 500 000 *f* le coût d'un bâtiment construit d'après le système Poole, assez spacieux pour recevoir une bibliothèque de 250 000 volumes, avec rayons placés pour 100 000 volumes et absolument incombustible. Du reste, ce bâtiment existe, c'est celui de la Bibliothèque Forbes, à Northampton (Mass.). Les corps de bibliothèque ont 2,20 *m*, et leur capacité pourra plus tard être portée à 400 000 volumes en dédoublant par des planchers intermédiaires les deux étages principaux.

M. Claparède a décrit ensuite en quelques mots les principales bibliothèques publiques des États-Unis, ainsi que la nouvelle Bibliothèque Nationale suisse à Berne. Nous reviendrons sur cette partie de la communication.

(1) On en admire un spécimen remarquable à la Bibliothèque Newberg, à Chicago, où M. W. F. Poole (mort en 1894) a pu réaliser entièrement ses idées. Pour beaucoup d'éminents spécialistes américains, cette bibliothèque reste l'idéal du genre.

Le conférencier a terminé en parlant des catalogues sur fiches, contenus dans des meubles spéciaux à tiroirs, d'un usage courant maintenant en Amérique.

On s'est mis, depuis quelques années, à imprimer ces fiches, ce qui remplace avantageusement les catalogues imprimés qui coûtent très cher et ne sont jamais à jour. M. Claparède a présenté quelques modèles de ces fiches sur carton léger; le format usuel est de 12,5 sur 7,5 *cm* et le gouvernement des États-Unis a cherché à le populariser en l'adoptant, depuis 1898, pour les cartes postales. Enfin, brève mention est faite des systèmes de classification usités en Amérique pour les catalogues et le classement des livres. Ici aussi on cherche à arriver à une uniformisation et l'on tend à remplacer définitivement le classement fixe des livres sur les rayons par le classement mobile ou relatif.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

Aout-Septembre-Octobre 1899.

Sur un nouveau mordant de chrome, par M. de Gallois. — Rapport de M. H. Schmid.

Application intéressante du rouge brillant au chrome en pâte de Bayer, par M. Ch. Schwartz. — Rapport de M. H. Bourry.

Détermination de la constitution de la brésiline, par MM. Kostawecki et Fenerstein. — Rapport de M. G. Freyss.

Procédés de teinture et d'avivage en rouge turc, par M. H. Koechlin.

Procédés divers de blanchiment, par M. H. Koechlin.

Rapport sur le travail « Législation allemande de transport », par M. Léon Mieg.

Rapport de M. M. Mieg sur un mémoire traitant de la fabrication du ciment et de l'intérêt qu'il y aurait à favoriser l'introduction de cette industrie dans la Haute Alsace, surtout en présence de la prospérité des fabriques de ce genre dans le Jura suisse.

Novembre-Décembre 1899.

Note sur un mémoire de M. Cazalet, concernant l'œuvre bordelaise des bains-douches à bon marché, par M. le Dr V. Schoellhammer.

Divers procédés utilisés dans la fabrication des toiles peintes, par MM. Thierry-Mieg, avec rapports de MM. O. Scheurer et Ch. Weiss.

Action de l'acétate d'aniline chlorée sur les bases tertiaires, par M. J. Censi.

Projet d'appareil continu à lessiver au large permettant de résoudre la question du blanchiment continu au large, par M. J. Speulé, à Salford.

Procédé de fabrication de nouvelles matières colorantes rouges et rouge-violet par la combinaison des dérivés nitrosés des amines tertiaires avec la fluorescéine et ses produits de substitution, par M. A. Abt.

Rapport sur la fabrique de cannes et poignées de M. J. Kauffmann, par M. Alfred Boeringer. (Voir *Informations techniques*, 4e section, n° 16).

Note sur les dispositions à prendre pour arriver, à peu de frais et en utilisant les installations existantes, à la production et à l'emploi économique de la vapeur, par M. Walther-Meunier. (Voir *Informations techniques*, 2e section, n° 5.)

Rapports sur la marche des diverses écoles ressortissant de la Société industrielle.

Rapport sur les titres de M. le docteur J. Zeuneck à une récompense pour son mémoire sur un appareil relatif à la force électromotrice des alternateurs, par M. E. Lanhoffer.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 5. — *3 février 1900.*

Coup d'œil sur l'état actuel de la métallographie, par E. Heyn.

Petites aciéries Bessemer pour la production de l'acier coulé, par C. Rott.

Les automobiles et leurs moteurs *(suite)*.

Calcul graphique des aires des figures de forme irrégulière, par M. A. S. Oesterreicher.

Groupe de Bavière. — Appareil de Krell pour l'analyse des gaz de la combustion.

Groupe de Franconie et du haut Palatinat. — Utilisation de la puissance motrice de la Pliva, près Jajce, en Bosnie.

Groupe de Francfort. — Les aciéries de Buderni.

Groupe de Carlsruhe, — Les machines dans l'Afrique du Sud.

Groupe de Magdebourg. — Les installations électriques de Magdebourg.

Revue. — Les usines de la maison Fried. Krupp. — Séchoir pour grains. — Expériences sur la résistance des billes en acier trempé. — Concours d'accumulateurs pour automobiles.

N° 6. — *10 février 1900.*

Appareils mécaniques pour la manutention et le magasinage des charbons et des minerais, par M. Buhle *(suite)*.

Coup d'œil sur l'état actuel de la métallographie, par E. Heyn *(fin)*.

Nouveautés dans les machines de l'industrie textile, par G. Rohn *(fin)*.

Nouvelles installations de hauts fourneaux de la National Steel Company, à Youngstown, Ohio.

Groupe de Dresde. — Procédés pour la fabrication des corps creux.

Groupe de la Ruhr. — Progrès dans la construction et l'emploi des moteurs à gaz.

Revue. — Locomotive Compound express du chemin de fer du Nord-Est Suisse. — Développement de la construction maritime en Allemagne. — Chemin de fer suspendu de Barmen-Elberfeld.

INFORMATIONS TECHNIQUES [1]

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Pont sur le Mississipi à Davenport.** — On va commencer les travaux d'un pont de longueur très considérable sur le Mississipi, entre Davenport et Rock Island. Cet ouvrage doit donner passage au chemin de fer Davenport, Rock Island and North Western Railvay.

Le chenal du fleuve a, à l'endroit choisi pour la construction, une largeur de 671 *m* entre le bord du côté de Rock Island et l'ile n° 310. cette île a 91,50 *m* de largeur et, de l'autre côté, existe un bras de 183 *m* de largeur; l'île dont nous venons de parler est couverte pendant les hautes eaux.

Le pont se composera de huit travées reposant sur huit piles et deux culées. Sept de ces travées sont fixes et une mobile sur une pile centrale.

Les piles et culées seront en maçonnerie, une partie sera fondée sur le roc, les autres sur des pilotis noyés dans un lit de béton coulé dans une enceinte en palplanches. La moitié à peu près du pont est en courbe formant un quart de cercle tangent à la rive du côté de Rock Island.

En partant de la culée de cette extrémité, on a trois travées de 61 *m* chacune, la travée tournante qui a 134,50 *m* de longueur, laissant, quand elle est ouverte, deux passages chacun de moitié de cette longueur, puis une travée de 110 *m* et trois de 91,50 *m*, ce qui fait une longueur totale de 702 *m*, à quoi il faut ajouter, pour le passage du bras entre l'île 310 et Davenport, sept petites travées de 21,60 *m* chacune et un viaduc en bois sur l'île, de 116 *m* de longueur. L'ouvrage se trouve avoir ainsi une longueur totale de 1 050 *m* en nombre rond, en y comprenant, du côté de Davenport, un viaduc à trois travées sur rues et voies.

La partie métallique sera entièrement en acier fabriqué sur sole. La travée tournante se compose d'une poutre dont la corde supérieure a une forme concave de chaque côté; la hauteur de la poutre est, au milieu, de 21,35 *m*. Elle repose sur une plaque tournante de 8,40 *m* de diamètre. La rotation de la travée et le calage des deux extrémités s'opéreront par quatre moteurs électriques, deux pour la première opération de 30 *ch* chacun, et deux pour la seconde de 9 *ch* chacun. La travée tournante pèsera, avec son mécanisme, 635 000 *kg*. (*Engineering News*, 11 janvier 1900, page 27, article illustré.)

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de M. L. Périssé, secrétaire.

2. — **Pont flottant.** — On a établi sur le canal de la mer du Nord à la Baltique, à Holtenau, un pont flottant dont la disposition mérite d'être signalée. Ce pont donne passage à une route au moyen d'une chaussée de 4,50 *m* de largeur et de deux trottoirs de 0,75 *m* chacun.

La partie mobile se compose de deux pontons placés bout à bout et tournant par l'extrémité opposée sur deux autres pontons fixes placés près des bords du canal, bords auxquels ils sont reliés par deux passerelles. Les pontons mobiles sont en tôle d'acier doux de 6 *mm* d'épaisseur, ils sont divisés en quatre compartiments étanches.

Le pont formant plancher est en chêne et peut supporter une charge de 400 *kg* par mètre carré uniformément répartie, et une charge mobile de 7 500 *kg* par essieu porté sur deux roues.

On ouvre le pont en faisant tourner les deux pontons mobiles autour de leur extrémité du côté des bords, au moyen de chaînes, dont une extrémité est fixée à une bouée amarrée au fond du canal et l'autre à une borne sur la rive; ces chaînes s'enroulent sur le tambour d'un treuil mû par un moteur à pétrole, le tout porté par un petit ponton accolé à chaque ponton mobile et amarré à celui-ci. La liaison entre le treuil et le moteur a lieu au moyen d'un embrayage à friction et, comme l'effort maximum a lieu au début du mouvement du ponton, on lance le moteur libre et on n'embraye le treuil que lorsque le moteur a acquis sa vitesse.

Ce système de pont flottant est très convenable pour la traversée d'un canal ou voie navigable analogue, où il n'y a que peu de courant ou pas du tout et où la circulation n'est pas très active. Le pont flottant de Holtenau, dont nous nous occupons, n'a coûté que 150 000 *f*, tandis qu'un pont tournant voisin, celui de Rendsburg a coûté 1 million de francs. Ses dimensions sont un peu plus grandes, il est vrai. *(Zeitschrift für Bauwesen.)*

3. — **Service de bateaux porte-trains sur le détroit de Messine.** — Nous avons dit quelques mots, dans les *Informations Techniques* de juillet 1899, page 126, d'expériences faites en vue de l'établissement d'un service régulier de bateaux porte-trains entre l'Italie et la Sicile, sur le détroit de Messine. Ce service fonctionne maintenant depuis plus d'une année.

Voici quelques renseignements que nous tirons d'un article très complet, publié dans le *Politecnico*, novembre 1899.

Le service est établi en vertu d'une convention passée le 22 novembre 1893. entre l'Etat et la Compagnie des Chemins de fer Siciliens, qui en est chargée.

Les installations d'accostage se trouvent, à Messine, au pied du bastion San Carlo de la citadelle, à faible distance de la gare et, à Reggio, au fond de la darse. Elles consistent en estacades disposées en forme de V, pour guider les bateaux et assurer leur position, en tabliers à bascule pour faire arriver les trains et en bâtiments de service. Les tabliers sont calculés pour ne pas avoir une pente supérieure à 50 *mm* (exactement 47,5 par mètre, en tenant compte d'une dénivellation maxima de 0,35 *m* pour les marées de vive eau. Ces installations ont

coûté 426 000 *f* du côté de Messine et 284 000 *f* du côté de Reggio, soit en tout 710 000 *f*.

Les bateaux sont au nombre de deux, appelés *Scilla* et *Cariddi;* ils ont été construits en 1896, aux chantiers Odero, à Sestri Ponente. Ce sont des bateaux à roues latérales, à fond plat et section rectangulaire.

La coque est en acier avec les extrémités semblables et un gouvernail à chaque bout. Il y a deux quilles latérales pour réduire le roulis.

Voici, du reste, les dimensions principales :

Longueur totale	54 » *m*
Largeur maxima	8,20
Creux	3,70
Section immergée du maître-couple	17,60
Surface mouillée de la carène	460 »
Tirant d'eau à pleine charge	2,64
Poids de la coque	280 000 *kg*
— des accessoires	26 000
— l'appareil moteur	158 000
— charbon, passagers, etc.	37 000
— wagons, marchandises, etc.	120 000
POIDS TOTAL	621 000 *kg*

L'appareil moteur se compose d'une machine compound à deux cylindres inclinés de 0,79 *m* et 1,48 *m* de diamètre et 1,10 *m* de course recevant la vapeur à 8 *kg* de deux chaudières tubulaires à retour de flamme ayant ensemble 258 m^2 de surface de chauffe. La condensation s'opère par surface; les machines actionnent des roues de 3,73 *m* de diamètre extérieur ayant chacune 8 aubes de 3 *m* de longueur et 0,86 *m* de hauteur. Les machines développent 780 *ch* indiqués et la consommation a été trouvée dans les essais de recette du *Scilla* de 0,774 *kg* par cheval-heure indiqué. Chacun de ces bateaux a coûté, complet, 430 000 *f*.

Les wagons sont fixés sur les rails du bateau au moyen de traverses et de chaînes avec tendeurs. La charge normale est de 142 *t*, représentée par 6 wagons de 16,66 *t* chacun, 20 *t* de marchandises et 20 *t* de charbon.

La vitesse aux essais a été de 11,5 milles à l'heure pour le *Scilla*, et de 11,43 pour le *Cariddi*. La distance entre Messine et Reggio étant de 6,3 milles, le parcours demande 33 minutes 1/2 avec la proue en avant et un peu plus, 36 minutes 1/2 avec la proue en arrière; la différence tient à l'effet inférieur des roues à aubes articulées dans le second cas.

La convention fixe une durée de 40 minutes, sauf les cas de force majeure.

4. — **Ascenseur à plan incliné pour bateaux.** — Un système fort original d'ascenseur à plan incliné pour bateaux a été proposé tout récemment par MM. Teutschert et Czischeck.

Dans ce système, le bateau est placé à flot dans un bac cylindrique ayant son axe perpendiculaire à la voie et roulant sur les rails de cette voie.

Pour des bateaux de 700 *t*, le bac aurait 70 *m* de longueur et 20 *m* de diamètre au roulement, soit 16 *m* de diamètre pour le cylindre proprement dit. Les ouvertures centrales des fonds par lesquelles entrent et sortent les bateaux ont 9,50 *m* de diamètre, de sorte qu'il reste un rebord circulaire retenant autant d'eau qu'il en faut pour laisser flotter le bateau dans le bac.

Aux parties supérieure et inférieure du plan incliné sont des bassins en communication directe avec les biefs de navigation, lesquels sont perpendiculaires à l'axe du plan incliné. A la partie supérieure, il y a nécessairement une contre-pente pour que le bief supérieur ne puisse se vider.

De cette manière, l'entrée et la sortie des bateaux peuvent se faire sans l'emploi d'aucun système de jonction aux biefs. C'est un des plus grands avantages de cette disposition.

Le plan incliné porte quatre rails lisses et deux rails dentés en crémaillère ; le bac porte sur les premiers par des cercles de roulement et sur les seconds par des cercles dentés dont le but est de faire que l'axe du bac reste toujours parallèle à lui-même dans le déplacement sur le plan incliné. Des câbles servent à la traction et d'autres câbles vont se rattacher à une série de contrepoids cylindriques destinés à équilibrer le bac.

L'étude a été faite pour un plan incliné de 420 *m* de longueur rachetant une différence de niveau de 100 *m*. Comme on peut le voir par cette description sommaire, les manœuvres sont simples, il n'y a pas de difficultés pour établir l'étanchéité à la jonction des biefs et, chose importante, il n'y a pas de consommation d'eau pour l'exploitation. De plus, la capacité de rendement est considérable, on pourrait monter et descendre 70 bateaux en 12 heures, soit 16 800 par an pour 240 jours de service, ce qui, à 400 *t* en moyenne par bateau, donnerait 6 720 000 *t* par an. (*Annales des Travaux Publics de Belgique*, décembre 1899, p. 1160, d'après l'*Oesterr. Monatschrift für den Baudienst.*)

II^e^ SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, machines à vapeur, etc.

5. — **Production et emploi économiques de la vapeur.** — Notre Collègue, M. Walther-Meunier, a exposé devant la Société industrielle de Mulhouse une série d'indications très détaillées permettant de réaliser des économies sensibles par des montages et un fonctionnement rationnels des générateurs et des moteurs à vapeur, ce qui présente un intérêt incontestable en présence de la majoration du prix des houilles.

Ces indications sont relatives : 1° aux chaudières ; 2° aux conduites de vapeur et d'eau ; 3° aux machines à vapeur ; 4° aux chauffages, sécheries, etc. Pour chaque série d'appareils, on envisage successive-

ment la construction, le montage, l'entretien et le fonctionnement. Comme ces indications consistent en énonciations sommaires de dispositions, il ne nous est pas possible de les résumer utilement et nous devons nous borner à renvoyer ceux de nos Collègues que la question intéresserait au travail de M. Walther-Meunier. *(Société Industrielle de Mulhouse.* Bulletin de novembre-décembre 1899, page 324.)

6. — **Emploi de l'eau pour prévenir l'échauffement du mécanisme dans les locomotives.** — On a longtemps considéré comme dangereux pour le métal l'emploi de l'eau froide pour l'arrosage des parties qui chauffent dans les locomotives. On revient actuellement de cette idée, aux États-Unis et on commence à faire des installations d'arrosage dans les machines destinées à certains services, tels que les trains-postes rapides qui sont soumis à des amendes en cas de retards.

Quelquefois, on dispose un tuyautage en communication avec l'injecteur pour arroser les boîtes du bogie, les boîtes des essieux moteurs et les boutons de manivelles. Il ne paraît pas toutefois y avoir d'avantage à se servir d'eau chaude. La question importante est la température des pièces qui chauffent. Si on ne laisse pas la température s'élever trop, elle ne devient pas assez grande pour que l'usage de l'eau froide puisse être dangereux. Le grand point est d'envoyer l'eau là où elle est nécessaire.

Dans un rapport sur cette question à une commission de la « Travelling Engineers' Association », le professeur Goss s'exprime ainsi : « L'emploi de l'eau pour l'arrosage des boîtes et boutons de manivelles n'est point nuisible, à moins que la température des pièces ne soit trop élevée au moment où on commence l'arrosage et, même alors, le mal doit être attribué plutôt à l'échauffement même qu'à l'arrosage. L'emploi d'eau chaude ou d'eau froide est surtout une question de convenance ; il est peu probable que l'eau froide soit plus nuisible au métal que l'eau chaude et, somme toute, il n'y a pas de raisons sérieuses pour ne pas la préférer. »

Le rapport rappelle que dans la marine on voit de gros paliers fonctionner trente jours de suite sans autre lubrification qu'un arrosage, et cela sans aucun inconvénient. C'est un précédent de sérieuse importance. Voici l'avis d'une autorité reconnue sur la question : « On n'a à craindre aucun risque en arrosant des pièces qui commencent à chauffer et le mécanicien doit faire fonctionner l'installation d'arrosage sans retard pour empêcher la température de s'élever. Mais si les pièces chauffent déjà fortement, il faut y regarder à deux fois, car l'application brusque d'eau froide peut amener la formation de fissures par la brusque contraction. » *(American Engineer and Railroad Journal.)*

7. — **Grands paquebots à roues.** — Comme suite à l'article publié dans les *Informations techniques* de novembre 1899, page 726, sur la construction récente de divers navires à roues, nous croyons intéressant de donner les renseignements suivants dus à l'obligeance de notre Collègue, M. H.-J. de Cordemoy.

Le paquebot *Empress Queen* (1), destiné au service des passagers entre Liverpool et Douglas (île de Man), peut être considéré à juste titre comme un des plus puissants paquebots à roues existant. Son appareil moteur, composé d'une machine inclinée à trois cylindres, dont un à haute pression de 1,70 *m* et deux à basse pression de 2,335 *m* de diamètre, course commune 2,120 *m*, a développé une puissance indiquée de 10 500 *ch* aux essais faits en juillet 1897 entre Greenock et Ailsa Craig. Le navire a conservé facilement une vitesse de 21 nœuds pendant six heures.

Ce bateau a coûte 2 250 000 *f* environ, dont 200 000 à 250 000 *f* pour les aménagements qui sont très luxueux.

Les deux navires *Nord* et *Pas-de-Calais*, appartenant à la Compagnie du chemin de fer du Nord, font le service des passagers entre Douvres et Calais. Ils ont été construits en 1898 aux Chantiers de la Loire, à Saint-Nazaire.

Ces bateaux ont 103 *m* de longueur totale, 10,60 *m* de largeur hors membrures, 20,80 *m* de largeur hors tambours, 4,95 *m* de creux sur quille et 2,75 *m* de tirant d'eau.

La coque est divisée en dix compartiments par neuf cloisons étanches, Les emménagements, situés en grande partie sur le pont supérieur et dans le roof, sous le pont-promenade, permettent de loger 390 passagers de 1re classe et 260 de 2e classe. Une salle de messagerie peut contenir environ 16 000 *kg* de bagages.

Les chaudières, du système Lagrafel et d'Allest, sont au nombre de 12, disposées en 4 groupes, 2 doubles de 8 corps à l'avant et 2 groupes de 4 corps à l'arrière des machines. Le timbre est de 13 *kg*, la surface de grille de 48 m^2 et la surface de chauffe de 1 500 m^2.

Les machines sont à triple expansion à trois cylindres et trois manivelles. Les diamètres des cylindres sont : 1,050 *m*, 1,500 *m* et 2,200 *m*, la course 2,25 *m*. A 52 tours, on a obtenu 7000 *ch* et 21,5 nœuds.

8. — **Appareil de sauvetage contre l'incendie.** — On emploie depuis quelque temps, aux États-Unis, un système fort simple d'appareil de sauvetage en cas d'incendie. C'est une cheminée en tôle placée à proximité du bâtiment avec des portes en tôle à fermeture automatique correspondant à chaque étage. Dans la cheminée cylindrique est disposé un plan hélicoïdal en tôle allant du haut en bas et dont le pas se réduit de plus en plus à mesure qu'il se rapproche du bas. Ce plan a une forme creuse obtenue par l'emboutissage. En cas d'alerte, les personnes, pour fuir l'incendie, n'ont qu'à se précipiter dans l'appareil par les portes et à se laisser glisser en bas où elles arrivent avec une très faible vitesse. On a constaté que la descente de 18 *m* peut s'effectuer en 16 secondes. On cite un cas où 50 personnes ont pu s'échapper par le même appareil, dont quelques-unes la tête en bas, sans accident, et un autre cas où 135 enfants ont pu s'échapper en une mi-

(1) Comme nous avons donné dans la Chronique de mars 1897, page 350, une description assez complète de ce navire, alors en construction, nous n'avons reproduit de la note de M. de Cordemoy que les faits nouveaux y relatifs.

nute. Il existe, paraît-il, déjà un assez grand nombre de ces appareils dans des écoles. (*Scientific American*, 26 août 1899.)

9. — **Le fusil des Boers.** — Les Boers sont armés du fusil Mauser à répétition modèle 1893-95. C'est une arme à verrou, avec magasin placé dans la boîte de culasse et pouvant contenir cinq cartouches. Le chargement se fait en introduisant simultanément les cinq cartouches disposées d'avance sur une lame métallique, dite lame-chargeur, dont les bords sont recourbés de manière à embrasser la gorge des cartouches. Il est impossible de charger coup par coup; le magasin doit donc recevoir cinq cartouches, quand il est vide, pour qu'on puisse continuer le tir. Par suite, les troupes sont approvisionnées en chargeurs.

Le fusil boer est à peu près du même type que le Mauser belge, modèle 1889, mais, au point de vue balistique, il est sensiblement supérieur à ce dernier, comme tous les fusils de guerre actuellement en service.

Le Mauser transvaalien pèse 4 *kg*, le magasin étant vide, et a 1,235 *m* de longueur sans couteau-baïonnette. Il est du calibre de 7 *mm* et tire, avec une charge de poudre à faible fumée de 2,5 *g*, une balle en plomb durci de 11,2 *g* revêtue d'une chemise en acier-nickel. La vitesse initiale de la balle est de 728 *m*, sa portée de 4 000 *m*. En raison de la tension de sa trajectoire, le terrain est rasé et dangereux pour l'infanterie ennemie jusqu'à 650 *m*, pour la cavalerie ennemie jusqu'à 750 *m*. La balle, dont la force de pénétration est remarquable, reste meurtrière à toutes les distances.

Le fusil anglais Lee-Enfield — le Lee-Metford modifié — a été adopté à la fin de 1895. C'est certainement une bonne arme, mais sa balle n'a qu'une vitesse initiale de 610 *m* et une portée maxima de 3 200 *m*; en outre, sa trajectoire est beaucoup moins rasante que celle de la balle du Mauser transvaalien (*Journal de Genève*, 6 février 1900.)

10. — **Les automobiles à Madagascar.** — La Commission des études coloniales a reçu d'intéressantes communications sur les transports à Madagascar. Une Compagnie concessionnaire fait construire actuellement, chez notre Collègue, M. Brulé, des camions de 3 *t* de charge utile, munis de moteurs compound Roser-Mazurier à trois cylindres dont un de détente, qui donnent, paraît-il, des résultats économiques remarquables. La vitesse prévue est de 4 à 6 *km* à l'heure; on compte que l'essence coûtera, à Tamatave, de 0,60 à 0,62 *f* le litre. Le premier de ces véhicules est actuellement en esssai.

La concession a été donnée pour une durée de six ans et un minimum de transport de 500 000 *f* par an a été garanti par l'État à partir du jour où les chariots automobiles seront prêts à fonctionner au terminus de la route. Le prix du transport de Mahatsaro à Tananarive (250 *km* environ) sera de 440 *f* la tonne; actuellement, le prix payé aux bourjanes est de 1 000 à 1 200 *f*.

Quant à la route, son état d'avancement est le suivant :

1re	section	de 56 *km* de longueur	Complètement achevée.
2e	—	trois chantiers en activité, 20 *km*.	Terminée dans 3 mois
3e	—	simplement tracée, 100 *km*, dont 70 de forêts.	Non commencée.
4e	—	de 12 *km*.	Déblais faits.
5e	—	de 3 *km*.	Complètement achevée.
6e	—	de 18 *km*.	Déblais faits.
7e	—	de 12 *km*.	Achevée.
8e	—	route pour voitures Lefèvre. . .	A rectifier.

La route doit avoir 5 *m* de largeur dont une chaussée de 3 *m* empierrée, fossés, ouvrages d'art en bois, rampes maxima 8 0/0, courbes, rayon minimum 10 *m*. L. P.

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

11. — **La production du charbon dans le monde en 1899.** — La production totale du charbon dans le monde s'est élevée, en 1899, au chiffre de 662 820 000 *t*. Cette production se répartit entre les grands pays producteurs de charbon dans les proportions suivantes : Grande-Bretagne, 202 055 000, soit 30 1/2 0/0 ; États-Unis, 196 406 000 ou 30 0/0 ; Allemagne, 131 000 000, ou 20 0/0 ; ces trois pays représentent 80 0/0 de la production totale de charbon du monde. Après vient l'Autriche-Hongrie avec 35 millions de tonnes, soit 5,3 0/0 ; la France avec 32 1/2 millions ou 4,8 0/0 ; la Belgique avec 22 millions, soit 3,3 0/0 ; la Russie avec 13 millions ou 2 0/0, et enfin les autres pays avec 34 millions environ, soit près de 5 0/0. (Sources diverses.)

12. — **Importation de charbon dans le port de Gênes.** — Pendant l'année 1899, le port de Gênes a reçu 2 356 000 tonnes de charbon qui se répartissent comme suit au point de vue des provenances : 1 123 900 *t* de Cardiff, 151 241 de News Port, 109 700 de Swansea, 535 300 de Newcastle et Shields, 40 650 de Sunderland, 45 130 de Blyth, 24 600 de West Hartlepool, 10 400 de Hall, 19 120 de Grimsby, 50 900 de Liverpool, 12 750 de Manchester, 134 800 de Glasgow, 7 870 d'Ardrossan, 18 400 de Leith, 7 170 de Granton, 39 100 de Methil et 4 597 de Troon, soit un total de 2 335 367 *t* ou 99 0/0 provenant de la Grande-Bretagne sur le chiffre importé. Le reste provient pour 1 860 *t* d'Australie, pour 18 138 des États-Unis, 335 des ports français et 100 *t* environ des ports italiens.

Pour les années précédentes, les chiffres importés dans le port de Gênes avaient été : 1 867 607 *t* en 1894 ; — 1 823 384 en 1895 ; — 1 892 854 en 1896 ; — 2 109 861 en 1897 et 2 122 618 en 1899.

Nous trouvons ces renseignements dans l'*Ingegneria Civile et le Arti industriali* du 22 janvier 1900.

On remarquera le fait de l'importation d'une faible quantité de charbons américains, cette importation ne tardera probablement pas à se développer en présence des conditions actuelles dans les ports de la Méditerranée. Voici, en effet, ce que nous lisons dans le *Moniteur des*

Intérêts matériels du 4 février : Le combustible minéral atteignant en France des prix fort élevés et les charbonnages pourront difficilement accepter des conditions spéciales, les grands consommateurs se sont, dans ces conditions, vus obligés de s'adresser à l'étranger. C'est ainsi que la Compagnie du P.-L.-M. a passé avec des charbonnages américains un contrat de 75000 *t* de tout-venant de qualité supérieure au prix de $ 2,05 sous vergues Philadelphie. Or, le dollar valant environ 5,14 *f*, ce marché revient à 10,54 *f*, prix auquel il y a lieu d'ajouter le fret, soit 16 à 17 *f* environ. Ce charbon doit être de bonne qualité, car voici que l'Est français a entamé des négociations dans le même sens.

13. — **Températures diverses relatives à des opérations métallurgiques.** — On trouvera ici l'indication de diverses températures relatives à des opérations métallurgiques, températures relevées par divers expérimentateurs au moyen de pyromètres électriques et optiques. Elles ne sont actuellement qu'approximatives, mais néanmoins elles sont utiles à connaître. Ces chiffres ont été réunis par M. R.-A. Harfield.

Point de fusion du soufre	448° C.
— — de l'or	1 045
— — du palladium	1 500
— — du platine	1 775
— — de la fonte grise de Suède à 4 0/0 de C.	1 135
— — fonte grise à 3 1/2 0/0 de C.	1 220
— — acier doux à 0,10 —	1 475
— — acier dur à 0,30 —	1 455
— — — à 0,90 —	1 410
Convertisseur de 6 *t* :	
Dans la poche	1 640
Dans la lingotière	1 580
Lingot dans le four à réchauffer	1 200
— sous le marteau-pilon	1 080
Four Siemens-Martin (acier contenant environ 0,30 0/0 de C.).	
Fin de la fusion de la fonte	1 420
Point d'affinage de l'acier	1 500
Acier dans la poche (au commencement)	1 580
— — (à la fin)	1 490
Température des gaz à la sortie du gazogène	720
— — à l'entrée au régénérateur	400
— — à la sortie du —	1 200
— — à l'arrivée à la cheminée	300
Four Siemens-Martin	1 600
Four à puddler rotatif	1 230 à 1 830
Haut fourneau marchant en fonte grise Bessemer, près des tuyères	1 930
Vent au commencement	1 400
— à la fin	1 570

Le choix des températures jouant un rôle important dans la fabrication de l'acier, il est à désirer que ces questions soient élucidées le mieux possible (*Institution of Civil Engineers*, vol. CXXXVIII, page 444).

14. — **Une mine monstre.** — On a fait partir, le 13 décembre dernier, à Beaver Creek, dans le Colorado, une mine à fort chargement dans le but de fournir de la pierre pour la construction du barrage dont nous avons parlé dans la chronique de novembre 1899, page 690. On a opéré sur une butte portant le nom de Vesuvius située à l'est de Cripple Creek et à une distance de 8 à 10 *km*. Un tunnel a été pratiqué sous la butte sur une longueur de 30 *m* environ; on y a placé 13 600 *kg* de poudre noire et on a fait partir la mine au moyen de l'électricité sous l'action d'un bouton pressé par la main délicate d'une belle dame. Il s'est produit sur la butte un cratère de 60 *m* de diamètre sur 23 *m* de profondeur et il s'est détaché quelque chose comme 75 000 m^3 de pierres brisées. Le bruit de l'explosion a été presque nul.

On a établi un chemin de fer pour amener les matériaux par la pesanteur du pied de la butte Vesuvius jusqu'à l'emplacement du barrage. (Extrait d'un numéro du *Denver Republican*, communiqué par M. L. Violette).

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

15. — **Première fabrique de carbure de calcium en Russie.** — Imatra est un lieu de villégiature et d'excursions situé à 200 *km* au nord de Saint-Pétersbourg, en passant par Viborg (Finlande).

La cataracte d'Imatra, proprement dite, a une faible partie de sa chute utilisée dans une petite station hydro-électrique servant aux besoins de l'hôtel et à l'illumination de la chute elle-même.

En remontant la Vonox, à 1 *km* d'Imatra, sur la chute et les rapides de Linen-Kosté, la Société anonyme finlandaise « Sitola Aktiengesellschaft » édifie une usine hydro-électrique de 5 000 *ch* qui sera en plein fonctionnement en juillet prochain. Les Membres du Congrès des électriciens de Saint-Pétersbourg viennent de faire une visite aux chantiers sous la conduite du directeur, M. Kheffding, et de l'ingénieur Verne.

Les bâtiments d'habitation, magasins, atelier mécanique et la fonderie sont construits. On achève l'établissement d'un barrage de 100 *m* en bois, sur le côté droit de la Vonox et l'on travaille activement à l'installation des turbines. Pour diriger les masses d'eau vers le barrage à angle obtus de celui-ci en remontant le courant, on a établi une digue. Ce premier barrage donnera une puissance de 5 000 *ch* avec une chute de 3 *m*; du côté opposé, un second barrage en pierres est en construction; il donnera 20 000 *ch* avec une chute de 5 *m*.

On compte obtenir, dans l'avenir, lorsque toute la force de la Vonox sera utilisée, une puissance de 40 000 *ch* qu'on transportera par courants

triphasés à Saint-Pétersbourg et à Viborg. Actuellement une usine pour la fabrication du carbure de calcium est en construction; c'est la première en Russie, elle ne fonctionne que pendant les grandes eaux de la Vonox, c'est-à-dire pendant sept à huit mois et travaillera avec du coke venant d'Angleterre et de la chaux du pays. Le coût de l'installation complète s'élèvera à 15 millions de francs. La Société a acquis de l'État Finlandais 75 *ha* de terrain et la chute sur une longueur de 1/2 *km* moyennant une somme de 160 000 *f.* (Communiqué par M. L. Journolleau).

16. — **Fabrication des cannes et poignées.** — Jusqu'ici les cannes et tiges de parapluies ne se faisaient que par le travail normal dans de petits ateliers en France, Allemagne, Autriche, etc.; ce n'est qu'en Bohême qu'on trouve la fabrication mécanique.

M. Kauffmann a installé une fabrique de ce genre dans la Haute Alsace et la production entière s'y fait mécaniquement. Il emploie soixante-dix espèces différentes de bois tant indigènes qu'exotiques. Arrivés dans les ateliers à l'état brut, ces bois sont lavés et triés, les bois en madriers sont débités à la scie circulaire, puis arrondis par un simple passage dans une raboteuse spéciale. Puis, viennent l'opération du redressage qui se fait à l'étuve, la teinture et le flambage au gaz destinés à donner les teintes et les marbrures les plus diverses. Nouveau redressage après lequel les bois à nœuds naturels sont meulés au papier de verre. Sur d'autres cannes on produit des nœuds artificiels imitant parfaitement les nœuds naturels, ces nœuds se font à la fraise. Puis fixage de la virole, de la poignée et du collier et polissage au tour, opérations très variables suivant la qualité des cannes et suivant les demandes de la clientèle.

Une autre fabrication très importante est celle des poignées en corne pour cannes et parapluies.

La corne est d'abord débitée, puis courbée à l'étau, après ramollissement à l'eau chaude ou au gaz; elle est ensuite façonnée exclusivement à la fraise. Puis elle est polie au tour, sur des disques de papier verré et terminée dans un passage sur des polissoirs très originaux, consistant en de simples disques de toile de coton superposés et serrés entre deux rondelles de tôle.

Les déchets de ces diverses manipulations donnent lieu à un trafic d'une certaine importance. Les déchets de bois sont employés comme combustibles, mais ceux de corne se revendent aux fabricants de peignes, boutons, etc., et les copeaux trouvent leur emploi comme engrais.

M. Kauffmann emploie une force de 8 *ch* et 35 à 40 ouvriers. A l'origine, ces ouvriers venaient tous de Hongrie; aujourd'hui, on les recrute presque entièrement dans le pays. *(Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse,* novembre-décembre 1899, page 320.)

17. — **Les plus grandes profondeurs de l'Océan.** — Les sommités terrestres les plus élevées paraissent être l'Everest, 8 400 *m* et le Godwin Austen, 8620 *m* au-dessus du niveau de la mer, toutes deux faisant partie du massif de l'Himalaya.

En 1874, les sondages du *Tuscarora* avaient fait reconnaître une profondeur de 8 513 *m*, laquelle fut promptement dépassée par de plus grandes trouvées dans le sud de l'océan Pacifique. Dans l'automne de 1895, au cours des sondages exécutés à l'orient de l'île Tonga, dans le Pacifique, on n'avait pu trouver le fond à une profondeur de 9 000 *m*; ces sondages ayant été repris, on a observé au même endroit des profondeurs de 9 184-9 413 *m* et enfin 9 427 *m*, qui paraissent être les plus grandes constatées jusqu'ici. Il en résulte que les dépressions au-dessous du niveau de la mer dépasseraient légèrement les plus grandes altitudes au-dessus du même niveau. Il en résulterait également que la différence totale entre les plus grandes dépressions et les plus grandes altitudes atteindrait 18 047 *m*. Mais la distance horizontale de la profondeur maxima et de l'altitude maxima est énorme, tandis qu'on peut trouver des exemples de dénivellation très considérables assez rapprochés; ainsi, sur les côtes du Japon, les profondeurs de 8 490 *m*, observées par le *Tuscarora*, sont à moins de 17 *km* de distance du Fusinoyama, pic de 3 780 *m*, ce qui donne une différence de niveau de 12 270 *m*. Sur la côte du Chili, on a observé, à 26° de latitude sud, une profondeur de 7 635 *m* à peu de distance du mont Llullaillaco, de 6 600 *m* de hauteur, différence totale 14 235 *m*, et à 18° de latitude sud on a trouvé une profondeur de 6 866 *m* non loin du mont Sawaga, de 6 415 *m*, différence totale, 13 281 *m*. (*Il Politecnico*, novembre 1899, page 710).

18. — **Les cols des Andes.** — D'après le professeur Bailey, de l'observatoire d'Harvard, à Arequipa (Pérou), les dépressions connues de la crête de la chaîne des Andes, entre l'isthme de Panama et le détroit de Magellan, seraient au nombre de 123. Il n'existe point de col au nord de Santiago (Chili) d'altitude inférieure à 3 555 *m* et, en Bolivie, le plus bas est celui de Huesos, dont l'altitude est de 4 140 *m* au-dessus du niveau de la mer. Le chemin de fer transcontinental entre Santiago et Buénos-Ayres traverse les Andes sous le col de Ushallata, qui est à 3 873 *m* d'altitude; on avait d'abord proposé d'établir un tunnel de 17,7 *km* de longueur, mais ce projet a été abandonné parce qu'on a trouvé au sud de Santiago des passages plus bas et plus faciles. Il existe un col à Autuco, à 300 *km* plus au sud, dont l'altitude est seulement à 2 100 *m* au-dessus du niveau de la mer, et une compagnie s'est formée pour y établir un chemin de fer reliant le Chili et la République Argentine (*Engineering News*, 18 janvier 1900, page 44).

V^e^ SECTION

Électricité.

19. — **L'éclairage électrique à Saint-Pétersbourg.** — Il résulte du rapport de M. Toukoff, au Congrès des Électriciens, tenu récemment à Saint-Pétersbourg, que la première installation d'éclairage électrique dans cette ville date de 1882, tandis qu'à l'heure actuelle, il

existe 284 installations particulières d'éclairage et 10 stations centrales travaillant par contrat avec la municipalité suivant des tarifs sanctionnés par les autorités et possédant seules le droit d'utiliser les rues et places pour la distribution de l'énergie.

Quatre de ces stations centrales appartiennent à la première Société d'éclairage électrique, à la Société belge d'éclairage électrique et à la Société « Hélios ». Elles alimentent 587 lampes à arc privées, 387 lampes publiques et 212 000 lampes à incandescence chez 5 000 abonnés, pour 790 *km* de câbles.

Les 294 stations comprennent 408 moteurs à vapeur et 98 moteurs à gaz, développant 50 906 *ch* et actionnent 502 dynamos.

La totalité des lampes à arc alimentées s'élève à 3 317 et 451 951 lampes à incandescence, dont la moitié est alimentée par les stations privées. Le personnel total, employés et ouvriers, s'élève à 1 212 personnes. (Communiqué par M. L. Journolleau.)

20. — **Tramways électriques projetés dans la Grande-Bretagne.** — Les quelques chiffres que nous donnons ci-dessous donnent une idée de l'importance que prendra la construction des tramways électriques en Angleterre et en Écosse pendant l'année qui commence. Des projets de lois ont été déposés au Parlement pour la construction d'un certain nombre de lignes et la plupart des demandes de concession émanent des municipalités ou corporations. Ainsi le London County Council demande l'autorisation de former un capital de 12 millions de francs pour l'acquisition et la construction de lignes locales, la Corporation de Manchester demande à faire un emprunt de 22 millions et demi de francs pour le même objet.

Huddersfield 11 1/2 millions, Glasgow 10 millions, Hamilton et Motherwell 7 1/2 millions, Cardiff 6 1/2 millions, Dundee 6 millions, Croydon 4 1/4 millions, Rochdale 3,62, Preston 3,5, Reading 3,62, Ipswich 2,75 et Cambridge 2,2 millions.

D'autre part, la British Electric Traction Company a l'intention de construire environ 32 *km* de lignes dans le district de Wellingborough. La South Lancashire Tramways Cy demande l'autorisation de se procurer 27 500 000 *f* en actions et 9 millions en obligations, pour la construction de 28 lignes de tramways électriques. Enfin, le Southport and Lytham County est en instance pour être autorisé à se procurer 3 1/2 millions de francs pour des travaux du même genre. Rien que les entreprises énumérées ci-dessus représentent la somme de 128 millions de francs *(Street Railway Journal*, 27 janvier 1900, page 92).

21. — **Embrayage magnétique.** — M. Bion J. Arnold, de Chicago, a imaginé, il y a déjà quelque temps, un système d'embrayage magnétique dont il existe déjà de nombreuses applications. Ce système se compose tout simplement de deux disques très lourds en métal munis de bobines qui, lorsqu'on y fait passer un courant électrique, aimantent les disques et les amènent en contact. On a soin de rendre rugueuse la surface des disques pour augmenter la difficulté du glissement.

Le plus grand modèle qui ait été construit jusqu'ici a des disques de

2,54 *m* de diamètre qui peuvent transmettre une puissance de 3 000 *ch* à la vitesse de 150 tours par minute. Des embrayages semblables sont employés à la station centrale de la Imperial Électric Light, Heat and Power Cy, à Saint-Louis.

Le courant est amené aux bobines qui se trouvent dans les parties tournantes par des bagues de contact et des frottoirs en charbon maintenus par des griffes en matière isolante. Le courant nécessaire pour l'aimantation correspond à celui qu'emploieraient quatre lampes à incandescence de 16 bougies.

La perte d'électricité en marche correspond à 1/10 000e de la puissance transmise.

Ces appareils se prêtent à des emplois très divers (*Railroad Gazette*, 26 janvier 1900, page 54, article illustré).

22. — **Station centrale d'électricité à New-York.** — La New-York Gas and Electric Light, Heat and Power Company fait construire à New-York une station centrale de dimensions extraordinaires. Cette station est située sur la Première Avenue entre les 38me et 39me rues, en bordure par derrière sur la Rivière de l'Est; elle occupe une superficie de 61 × 84 *m*.

Le matériel comprend 16 machines verticales de 5 500 *ch* chacune, commandant autant de génératrices de courant triphasé de 3 500 kilowatts, et 56 chaudières à eau dans les tubes dont chacune a une surface de chauffe de 567 m^2. Les machines à vapeur pourraient développer chacune 8 000 *ch*, de sorte que, si la marche la plus économique ressort, pour l'ensemble, à 88 000 *ch*, la puissance disponible peut, toutefois, être portée à 128 000 *ch*.

Le bâtiment des chaudières, séparé par un mur de celui des machines, renferme deux étages de chaudières avec les magasins à charbon au-dessus du deuxième étage; ces magasins peuvent contenir 9 000 *t*. Il y aura quatre cheminées de 5,75 *m* de diamètre et 40 *m* de hauteur au-dessus des grilles, ce qui correspond à 60 *m* environ au-dessus du sol. Le rez-de-chaussée sous le rang inférieur de chaudières recevra les carneaux correspondant à celles-ci, les pompes alimentaires, ventilateurs, réservoirs d'eau, etc., de même que les économiseurs (réchauffeurs) et le chemin de fer pour le transport des escarbilles. Au-dessous des machines se trouve un emplacement utilisé pour loger les pompes de circulation, le tuyautage, etc. On y installera également une batterie d'accumulateurs servant d'auxiliaire pour fournir le courant au circuit d'excitation (*Engineering Record*, 3 février 1900, page 112).

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :

A. Mallet.

OUVRAGES REÇUS

Du 2 au 16 février 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Construction des machines.

GRAFFIGNY (H. DE). — *Les nouveaux ascenseurs* (Petite Encyclopédie scientifique et industrielle publiée sous la direction de Henri de Graffigny) (in-16, 180 × 130 de 160 p. avec 57 fig.). Paris, E. Bernard et Cie, 1900 (Don de l'éditeur.) 39561

Économie politique et sociale.

Caisse nationale d'assurances en cas d'accidents sous la garantie de l'État (Loi du 24 mai 1899) (République Française. Direction générale de la Caisse des Dépôts et Consignations) (1 br., 190 × 125 de 30 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899 (Don de la Chambre de Commerce de Paris). 39554

CHAIX. — *Annuaire-Chaix. Les principales Sociétés par actions.* Compagnies de chemins de fer. Institutions de crédit. Banques, Sociétés minières, de transport, industrielles. Compagnies d'assurances, etc. Neuvième année, 1900 (in-18, 175 × 120 de XV-597 p.). Paris, Chaix, 1900. 39550

Statistique générale de la France. Résultats statistiques du dénombrement de 1896 (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail) (in-8°, 280 × 185 de VIII-483 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39541

VAUTHIER (L.-L.). — *La Fédération universelle.* Lettre à M. Léon Bourgeois, Président de la délégation française au Congrès de la Paix (in-8°, 250 × 165 de 7 p.). Beaugency, Imp. Laffray, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39536

VAUTHIER (L.-L.). — *Travail intellectuel et travail manuel*, par L.-L. Vautier (Revue d'Économie politique. Numéro de janvier 1900, pp. 59 à 81) (in-8°, 250 × 165 de 23 p.). Paris, L. Larose, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39537

Législation.

A Magyar-Mernök-és Épitesz-egylet. Tagjainak Cim-és Lakásjegyzéke, 1900, év Elején. VII. Evfolyam (in-8°, 230 × 160 de 40 p.). Budapest, 1900. 39538

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1900 (in-18, 175 × 115 de 130 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1900. 39557

Société des Ingénieurs et Architectes sanitaires de France. Statuts. Annuaire 1900 (in-8°, 225 × 145 de 90 p.). Paris, Siège social. 39555

Médecine. — Hygiène. — Sauvetage.

Hellyer (S.-S.) et Poupard (G.). — *La plomberie au point de vue de la salubrité des maisons. Eau, air, lumière*, par S. Stevens Hellyer. Traduit de l'anglais sur la cinquième édition par G. Poupard fils (Hygiène publique et privée) (in-8°, 250 × 160 de VIII-327 p. avec 329 fig.). Paris, Ch. Béranger, 1900 (Don de l'éditeur, M. de la S.). 39542

Métallurgie et Mines.

Annales des Mines, ou Recueil de Mémoires sur l'Exploitation des Mines et sur les sciences et les arts qui s'y rapportent. *Table des matières de la VIII^e^ série décennale 1882-1891* (in-8°, 225 × 140 de 435 p.). Paris, V^e^ Ch. Dunod, 1891 (Don de l'éditeur). 39558

Cooper (A.-S,). — *The Genesis of Petroleum and Asphaltum in California*, by A. S. Cooper (California State Mining Bureau. Bulletin N° 16). San Francisco, December 1899) (in-8°, 225 × 145 de 90 p.). Sacramento, A.-J. Johnston, 1899. 39556

Navigation.

Seilhac (L. de). — *Marins pêcheurs. Pêcheurs côtiers et pêcheurs de morue à Terre-Neuve et Islande*, par Léon de Seilhac (in-18, 190 × 115 de 201 p.). Paris, Arthur Rousseau, Augustin Challamel, 1899 (Don de M. E. Cacheux, M. de la S.). 39535

Service hydrométrique du bassin de la Seine. Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant les années 1897 et 1898 et Résumés des Observations centralisées (in-folio, 450 × 285 de 7 feuilles et in-8°, 260 × 170 de 51 p.). Versailles, Aubert, 1898 et 1899. 39543 à 39546

Périodiques divers.

Journal Officiel de la République Française. Tables alphabétiques et analytiques de 1899 (in-4°, 330 × 240 de 120-1-14-4-31-4 pp.). Paris, Imprimerie des Journaux Officiels. 39559

Le Soudier (H.). — *Annuaires des Journaux, Revues et Publications périodiques parues à Paris jusqu'en novembre 1899*. Publié par Henri Le Soudier, 20^e^ année (in-8°, 230 × 140 de 344 p.). Paris, H. Le Soudier, 1900. 39548

Physique.

Mascareñas (Dr. D. E.) et Linde (F.). — *El aire liquido*. Conferencia pública experimental dada en el salon de Actos de la Academia el 13 de Diciembre de 1899, por Dr. D. Eugenio Mascareñas con asistencia del Doctor F. Linde, de Munich (Publicaciones de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona) (in-8°, 220 × 140 de 40 p.). Barcelona, A. López Robert, 1900 (Don de la Real Academia). 39553

Sciences morales.

REY-PAILHADE (J. DE). — *Application rationnelle du système décimal aux mesures du temps et des angles.* Physique et mécanique, par J. de Rey-Pailhade (Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. Troisième série. Tome XIII. 3e livraison 1899) (in-8°, 220 × 140 de 26 p.). Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1899. 39552

Technologie générale.

Annuaire pour l'an 1900. Publié par le Bureau des Longitudes (in-18, 150 × 90 de v-628, A-89, B-15, C-8, D-2, E-19, F-37 pp.). Paris, Gauthier-Villars, 1900. 39551

BRETON (J.-L.). — *La Revue scientifique et industrielle de l'année*, par J.-L. Breton. Années 1898-99 (in-4°, 285 × 235 de 651 p. avec 1 016 fig.). Paris, E. Bernard et Cie, 1900 (Don de l'éditeur). 39560

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous la loi du 5 juillet 1844, publiée sous les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. *Tome quatre-vingt-quatorzième. 1re et 2e parties. Nouvelle série* (2 vol. in-8°, 250 × 165). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39539 et 39540

HACHETTE. — *Table générale des matières contenues dans les sept premières années de l'Almanach Hachette. Petite Encyclopédie populaire de la vie pratique. 1894-1900* (in-16, 240 × 125 de 32 p.). Paris, Hachette et Cie, 1900. 39549

JORDELL (D). — *Répertoire bibliographique des principales Revues françaises pour l'année 1898.* Rédigé par D. Jordell (in-8°, 265 × 170 de XI-272-6 p.). Paris, Per Lamm, 1900. 39547

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 2 FÉVRIER 1900

PRÉSIDENCE DE M. G. CANET, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès de plusieurs de nos Collègues; ce sont :

MM. F. Delom, ancien élève de l'école Centrale (1846), Membre de la Société depuis 1848; a été Ingénieur du Chemin de fer d'Orléans et des Chemins de fer de Bourges à Gien et d'Argent à Beaune-la-Rolande;

H.-L. de Wilde, Membre de la Société depuis 1882; Professeur à l'École du Génie Civil de Gand;

B.-A. Farcot, Membre de la Société depuis 1862; a été Ingénieur, Constructeur de Machines;

P.-A.-J. Hunebelle, ancien élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons (1838); Membre de la Société depuis 1873, Maire de Clamart, ancien Conseiller général de la Seine, Officier de la Légion d'honneur; M. Hunebelle s'était fait une spécialité dans les travaux de construction de chemins de fer;

P. Jean, Membre de la Société depuis 1881, associé de la Maison Jean et Bouchon, Entrepreneurs de travaux d'éclairage et fabrique de bronzes d'éclairage;

Ad. Retterer, Membre de la Société depuis 1896; Directeur des ateliers d'étamage, de plombage et de galvanisation de la Maison Ch. et E. Ziegler.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes :

MM. F. Reymond, J. Mesureur, et E. Pontzen ont été nommés Membres du Comité de l'Exploitation technique des chemins de fer, pour les années 1900 et 1901;

MM. E. Cacheux, H. Couriot, J. Fleury et E. Pontzen ont été nommés Membres du Comité des Travaux Publics des Colonies;

M. A. Egrot a été nommé Membre de la Commission chargée de rechercher les divers emplois des alcools dénaturés.

M. LE PRÉSIDENT est également heureux d'annoncer que notre Collègue M. Ad. Bouvier a reçu, en 1899, de la Société technique de l'Industrie du Gaz, un prix de 250 *f* pour l'ensemble des communications faites par lui au Congrès de 1898 de cette Société.

M. LE PRÉSIDENT dit que la Société reçoit journellement d'assez nombreux avis de nomination de Collègues, comme Présidents, Vice-Pré-

sidents, Secrétaires ou Membres des Comités d'organisation de divers Congrès. Afin d'éviter une énumération toujours incomplète, il a été décidé que ces nominations ne seraient plus annoncées en séance, mais qu'elles figureraient à part à la fin de l'annuaire de 1900, actuellement en préparation, et qui contiendra les noms des Membres de la Société ayant des fonctions se rapportant à l'Exposition de 1900 et aux Congrès officiels qui auront lieu cette année.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'informer la Société que M. Papot, qui va être admis ce soir, fait à la Société un don de 100 *f*, et que M. Coiseau abandonne à la Société 32 coupons au porteur de l'emprunt de 600 000 *f*, représentant au total une somme de 286,40 *f*.

M. LE PRÉSIDENT adresse à nos deux Collègues les remerciements de la Société pour l'intérêt qu'ils lui ont témoigné.

Enfin, M. LE PRÉSIDENT est heureux de communiquer à la Société une liste de legs importants qui nous ont été faits.

En premier lieu, M. LE PRÉSIDENT rappelle qu'il y a quelque temps la Société avait le regret d'apprendre le décès de l'un de ses anciens Vice-Présidents, M. Ernest Mayer, Ingénieur en chef honoraire de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest et Membre de notre Société depuis 1850.

Nous sommes informés aujourd'hui que notre Collègue a fait à la Société un legs de 15 000 *f*.

En second lieu, nous venons d'être avisé par la famille de M. Hunebelle, dont le décès vient d'être annoncé tout à l'heure, que notre Collègue a légué à la Société une somme de 30 000 *f*.

M. LE PRÉSIDENT propose à la Société d'adresser à la famille de M. E. Mayer et à celle de M. Hunebelle l'expression de notre gratitude pour la marque de généreuse sympathie que nous ont témoignée nos anciens et regrettés Collègues. *(Approbation unanime.)*

Enfin, M. LE PRÉSIDENT dit que M. Henri Schneider, que nous avons eu le regret de perdre en 1898, avait, de son vivant, et sous la présidence de M. A. Loreau, manifesté l'intention de faire à notre Société une donation importante. Une mort prématurée l'empêcha de mettre ce projet à exécution. Mais la famille de M. Schneider, respectueuse du désir manifesté par le défunt, a poursuivi, d'accord avec M. le Président et notre Trésorier, M. de Chasseloup-Laubat, la réalisation de cette affaire; et M. le Président est heureux d'annoncer à la Société que M. Eugène Schneider, au nom de toute sa famille et au sien, vient d'adresser la lettre suivante à notre Trésorier :

« *Paris, le 31 janvier 1900.*

« M. L. de Chasseloup-Laubat,
» Trésorier de la Société
» des Ingénieurs Civils de France.

« MON CHER AMI,

« Tu sais en quelle haute estime mon père tenait la Société des Ingé-
» nieurs Civils de France, à raison de la valeur personnelle de ses

» Membres et des importants services qu'elle rend à l'Industrie et au » Commerce. Alors qu'il était déjà gravement malade, mon père t'avait » entretenu des dispositions qu'il comptait prendre en faveur de la So- » ciété des Ingénieurs Civils de France. Depuis sa mort, je me suis » souvent entretenu avec M. Canet et toi, de la meilleure façon d'exé- » cuter ses dernières volontés.

» Aujourd'hui, je suis heureux de pouvoir t'annoncer que je suis en » mesure de réaliser, au nom de mes cohéritiers et au mien, la dona- » tion en question, et je dépose à ton nom, en ta qualité de Trésorier » de la Société des Ingénieurs Civils de France, la somme de 160 000 *f*. » chez MM. Demachy et F. Seillière, banquiers à Paris. Un acte au- » thentique régularisera prochainement cette donation et relatera l'em- » ploi que mon père avait en vue pour ces fonds dont la répartition peut » se résumer comme suit :

» 1° — 35 000 *f* à distribuer en 1900, à l'occasion de l'Exposition, en » sept prix de 5 000 *f*, pour les sept catégories ci-dessous, chaque prix » de 5 000 *f* étant destiné à récompenser l'auteur de l'ouvrage, publié » en France depuis une période de quarante ans, écrit ou traduit en » français, jugé par la Société des Ingénieurs Civils de France le plus » utile au développement de la branche d'industrie faisant l'objet de la » catégorie du prix.

» Ces sept catégories sont relatives :

» La première, à la métallurgie, en France ;
» La deuxième, aux mines, —
» La troisième, à la construction mécanique, —
» La quatrième, aux grandes constructions métalliques, —
» La cinquième, aux constructions électriques, —
» La sixième, aux constructions navales, —
» La septième, à l'artillerie et aux défenses métalliques » de terre et de bord. —

» Une médaille d'or frappée spécialement et dont la valeur ne devra » pas dépasser 400 *f*, et dont j'aurais l'intention d'examiner avec toi » le module et le sujet, sera remise avec chaque prix.

» La dépense en sera prélevée sur l'ensemble des revenus de ladite » donation.

» 2° — 25 000 *f* qui, placés par les soins de la Société des Ingénieurs » Civils de France, en immeubles, rentes sur l'État ou obligations de » chemins de fer français garanties par l'État, devront permettre, en y » ajoutant les intérêts accumulés pendant quinze ans, de procéder à » nouveau, en 1915, à une distribution de sept prix de 5 000 *f* dans des » conditions identiques à celles relatées plus haut et pour des ouvrages » publiés de 1900 à 1915.

» 3° — 100 000 *f* à placer également, par la Société des Ingénieurs » Civils de France, en immeubles, rentes sur l'État, ou obligations » de chemins de fer français garantis par l'État, et dont les revenus » annuels seront employés de préférence à distribuer des fonds de » secours destinés à venir plus spécialement en aide aux Ingénieurs » n'étant sortis d'aucune des grandes Écoles du Gouvernement et

» n'appartenant, par conséquent, à aucune des grandes Associations » amicales correspondantes.

» Pour bonne règle, je te serai obligé de me délivrer un reçu provi- » soire de ladite somme de 160 000 *f*, reçu qui sera échangé ultérieu- » rement, après régularisation de l'acte de donation et approbation par » l'autorité compétente, contre une décharge notariée ; le tout, sans » aucuns frais pour la Société des Ingénieurs Civils de France.

» En te renouvelant la satisfaction que j'éprouve à m'associer, dans » cette circonstance, aux vues de mon père, je te prie de croire, mon » cher ami, à mes plus affectueux et dévoués sentiments.

» *Signé :* SCHNEIDER. »

M. L. de Chasseloup-Laubat, trésorier, a immédiatement répondu par la lettre suivante :

« *Paris, le 1er février 1900.*

» Monsieur E. Schneider, Ingénieur.

» MON CHER AMI,

» J'ai reçu la lettre du 31 janvier 1900 par laquelle tu m'annonces » que tu as déposé à mon nom, en ma qualité de Trésorier de la So- » ciété des Ingénieurs Civils de France, la somme de 160 000 *f*, nette » de tous droits et frais, chez MM. Demachy et Seillière, banquiers à » Paris.

» J'ai également reçu de ces Messieurs un avis en date du 31 jan- » vier 1900 m'informant que cette somme était tenue à ma disposition.

» J'ai envoyé à MM. Demachy et Seillière un accusé de réception de » leur avis.

» En attendant la prochaine réunion du Comité de la Société des » Ingénieurs Civils de France, je tiens à t'envoyer, sans tarder un ins- » tant, tous mes plus vifs et plus sincères remerciements pour la gé- » nérosité avec laquelle tu as exécuté les indications verbales que le » regretté M. Henri Schneider, déjà mortellement atteint, avait bien » voulu te donner à ce sujet, après m'en avoir entretenu peu de temps » auparavant.

» Je te prie également de transmettre tous mes remerciements à tes » cohéritiers : tout d'abord à Madame Henri Schneider, qui connaissait » et approuvait les intentions de son mari à cet égard, et ensuite à » Madame de Chaponay, à Madame Gérard de Ganay, à Madame de » Brantes et à Mademoiselle Schneider.

» Mon intention est de proposer au Comité d'inscrire le nom de » Henri Schneider parmi les bienfaiteurs de la Société des Ingénieurs » Civils de France.

» Je compte également demander au Comité de prendre une délibé- » ration par laquelle les 100 000 *f* dont il est question dans le troisième » paragraphe de ta lettre du 31 janvier 1900 formeront un fonds spécial » permanent et intangible — le fonds Schneider — devant toujours » figurer à part dans les budgets, bilans et comptes rendus financiers » de la Société.

» J'espère ainsi voir garder et durer parmi nous le grand nom de

» Schneider. J'espère surtout voir perpétuer le souvenir de la généreuse pensée de l'homme éminent qui, non seulement a su faire du Creusot la plus importante entreprise métallurgique de France, mais qui a su encore, à la veille de sa mort, ne pas oublier les faibles, les isolés, les malheureux, en un mot, tous ceux qui, dans notre profession, malgré leur courage et leur travail, n'ont pas pu réussir dans la vie.

» En attendant le prochain plaisir de te revoir, je te prie, mon cher ami, d'agréer l'expression de ma vieille et sincère affection.

» *Signé :* L. DE CHASSELOUP-LAUBAT. »

En présence de ce témoignage si touchant de sympathie que nous recevons de M. Eugène Schneider et de sa famille en souvenir de la grande estime en laquelle notre regretté collègue M. Henri Schneider tenait notre Société, M. LE PRÉSIDENT éprouverait une réelle satisfaction à exprimer en toute liberté les sentiments que nous ressentons tous en présence d'un don aussi généreux. Mais, malgré son grand désir, il doit renoncer à s'étendre sur un sujet aussi agréable, car les relations intimes et personnelles qu'il entretient avec M. Eugène Schneider lui imposent une réserve toute particulière. Il se borne simplement à approuver en tous points la réponse si éloquente de notre trésorier M. de Chasseloup-Laubat.

Il est toutefois une remarque qu'il tient à faire. Il estime, en effet, que nous devons tous regretter que la carrière de M. Henri Schneider ait été à la fois trop remplie et surtout trop prématurément interrompue pour que nous ayons pu songer à lui demander de nous faire l'honneur de présider nos délibérations. Il est hors de doute que notre Société n'aurait pu que trouver une nouvelle force et accroître son influence si la direction de ses travaux avait été confiée à un représentant aussi éminent de la grande Industrie française.

M. LE PRÉSIDENT propose à l'Assemblée d'adresser, au nom de la Société tout entière, à M. Eugène Schneider et à sa famille l'expression de notre profonde gratitude pour la généreuse pensée qui les a guidés dans l'accomplissement du désir manifesté par M. Henri Schneider. *(Longs applaudissements.)*

Le Comité va s'occuper de faire le nécessaire auprès des pouvoirs publics pour que la réalisation de cette affaire puisse avoir lieu sans retard.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance, liste qui figurera au prochain Bulletin.

Parmi ces ouvrages, il signale plus spécialement le don qui nous a été fait, de la part de M. le Ministre des Travaux publics d'Allemagne, par l'entremise de M. Rasch, Conseiller-Ingénieur de l'Ambassade de Prusse, à Paris, de plusieurs ouvrages traitant de la question des canaux, voies navigables et constructions hydrauliques dans divers pays.

M. LE PRÉSIDENT donne avis à la Société des communications suivantes :

Le Congrès des Sociétés savantes s'ouvrira à la Sorbonne, le mardi 5 juin 1900, à 2 heures très précises. Ses travaux se poursuivront dans les journées des 6, 7 et 8 juin; samedi 9, séance de clôture.

Un Congrès international de Physique aura lieu, à l'occasion de l'Exposition Universelle, à Paris, du 6 au 12 août 1900.

M. Pucey, Secrétaire général de la Société des Ingénieurs et Architectes sanitaires, nous signale que, parmi les questions portées au programme du Congrès d'Hygiène de 1900, il en est une qui ne peut manquer d'intéresser les Membres de notre Société.

Cette question est la suivante :

Règles générales d'hygiène à observer dans la distribution, l'aération permanente et la décoration intérieure des maisons d'habitation.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'il serait d'un grand intérêt, pour les Membres de la Société, de pouvoir en certaines circonstances, se reconnaître et se grouper, surtout pendant l'Exposition.

Le Comité, en vue de réaliser ce désir, vient de décider la création d'un insigne réservé aux Membres de la Société.

Les renseignements relatifs à cet insigne sont résumés dans une note qui va être envoyée à tous les Membres de la Société, avec le procès-verbal de cette séance.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que cette année le Prix Nozo doit être décerné pour la huitième fois.

Conformément au Règlement du prix, il doit être procédé, dans la séance de ce jour, à la nomination de trois Jurés titulaires et de trois Jurés supplémentaires.

Le Comité a décidé de proposer à l'Assemblée comme Jurés titulaires :

MM. P. Bodin, Ch. Gallois et A. Hillairet.

Et, comme Jurés supplémentaires :

MM. P. Arbel, A. Biver et P. Roger.

A la suite du vote, ces Collègues sont élus.

Avant d'ouvrir la discussion sur la communication de MM. L. Périssé et Godfernaux, M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. H. HAMET pour compléter sa communication de la dernière séance par quelques indications sur *Un nouveau mode de traitement pour l'extraction du caoutchouc des écorces sèches des plantes caoutchoutifères*.

Cette note, au sujet de laquelle M. LE PRÉSIDENT exprime tous ses remerciements à M. Hamet, sera jointe, dans le Bulletin, à la communication précédente.

Comme complément à cette communication, M. LE PRÉSIDENT donne connaissance d'une lettre qu'il a reçue de notre Collègue, M. Ch. Faber.

Dans cette lettre, M. Faber dit qu'il croit intéressant de faire connaître un nouveau procédé d'extraction du caoutchouc, dû à un chimiste français, M. G. Deiss, et qui permet de recueillir d'immenses réserves de caoutchouc, restées inutilisées jusqu'à ce jour.

Dans la méthode actuelle de récolte, on fait des incisions dans les arbres ou on coupe les lianes.

Ces dernières sont naturellement perdues, ainsi que les arbres, si on ne les ménage d'une façon méthodique, et pourtant, les unes et les autres contiennent encore une quantité considérable de caoutchouc, qui jusqu'alors était perdu.

M. Deiss fait macérer, pendant quelques jours, les écorces et les lianes dans de l'acide sulfurique à 50°, qui a pour effet de décomposer la partie ligneuse sans attaquer le caoutchouc. Ces écorces sont ensuite égouttées, lavées à l'eau et passées dans un laminoir sur lequel coule un jet continu d'eau chaude.

La partie ligneuse, réduite en boue, est emportée, et le caoutchouc absolument pur, après plusieurs passages au laminoir, s'agglomère en plaques entre les cylindres. L'eau du lavage est recueillie, décantée et évaporée, pour concentrer l'acide sulfurique, qui peut ainsi resservir.

On voit donc que ce procédé, qui n'exige qu'un matériel des plus simples, est très économique.

M. Ch. Faber établit, en effet, par une série de chiffres, que la dépense faite pour obtenir 1 *kg* de caoutchouc pur par le procédé Deiss est de 0,28 à 0,30 *f*. Cette dépense, presque insignifiante, permet donc à cette méthode d'extraction de rendre de grands services aux Sociétés coloniales qui font le commerce du caoutchouc.

L'ordre du jour appelle la discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la *Traction mécanique sur rails et sur routes pour les transports en commun.*

M. le Président rappelle que le travail de nos Collègues a été présenté par M. L. Périssé en octobre dernier et que, par suite de l'étendue de ce travail, l'impression n'a pu en être faite que dans nos Bulletins de Décembre et Janvier derniers.

Comme cette étude contient un certain nombre d'appréciations sur les prix de revient, il espère vivement que, dans la discussion très intéressante qui va s'ouvrir, quelques-uns de nos Collègues s'attacheront plus spécialement à traiter ce sujet avec quelque détail.

Il estime, en effet, que la considération des prix de revient, dont dépend en grande partie le succès de toute industrie, est pour nous d'un intérêt considérable et forme le complément indispensable de la communication qui nous a été faite.

M. le Président donne communication d'une lettre de M. G. Forestier, Membre honoraire de notre Société qui l'informe qu'il ne peut assister à la séance de ce soir, mais qu'il compte parler de cette question des prix de revient dans la communication qu'il fera sur les résultats du Concours de 1899.

La discussion, à laquelle prennent part MM. Marquet, P. Regnard, A. Lavezzari, de Marchena, E. Badois, Mekarski et de Bovet, est précédée de la lecture de notes envoyées par MM. H. Rodrigues-Henriques, P. Guédon, L.-L. Vauthier, E. Badois et J.-B. Hersent.

M. le Président se félicite de l'ampleur prise par cette discussion et remercie nos Collègues des renseignements qu'ils ont bien voulu apporter, mais, vu l'heure avancée, il propose d'en remettre la fin à une

séance ultérieure, pour que MM. Périssé et Godfernaux puissent répondre aux différents orateurs. C'est à la suite de cette seconde séance que l'ensemble de la discussion sera reproduit dans le Bulletin.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. E. Balut, G.-L. Bergerot, H.-J. Besnard, C. Blondeau, J.-A. Moréal de Brevans, D. Casalonga, T. Ducousso, F. Dumas, M.-A.-C. Laferté, A. Lavoix, A. L'Hermite, A. Millorat, J.-P.-A. Rieunier et P.-E. Wibratte comme Membres Sociétaires et de

M. Ch.-J. Sauvelet comme Membre Associé.

Sont admis :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

V. Alvargonzalez,	présenté par MM.	Joret, Manaut, Roman.
E. Bachelier,	—	E. Badois, A. Mallet, d'Yochet.
T.-R. Bayliss,	—	Chapman, Oughterson, Vaslin.
P. de Bez d'Arre,	—	G. Dumont, Joret, A. Neveu.
H. Borias,	—	G. Canet, G. Dumont, E. Badois.
G. Camp,	—	G. Dumont, J. Mesureur, Rouzet.
A.-J. Coignard,	—	Brigonnet, Y. Menard, Mitamowski.
A. Dubois,	—	Delloye, Dubois, de Schryver.
A. Duchemin,	—	P. Mallet, Pinart, van Kalck.
A. Giros,	—	Dorion, Lenicque, A.-L. Lotz.
E. Halphen,	—	G. Dumont, Bougenaux, P. Roger.
G. Hardouin,	—	J. Mesureur, Aurientes, Chagnaud.
L. Loucheur,	—	Dorion, Lenicque, A.-L. Lotz.
F. Maslin,	—	Carel, Chevrier, E. Fouché.
M. Max,	—	Bailloud, Bonnaud, Gruner.
H. Papot,	—	G. Dumont, Arbel, L. Périssé.
H. Pérès,	—	G. Dumont, Couriot, A. Neveu.
L. Quesnel,	—	Ch. Baudry, Hennebique, J. Pillet.
U. Robert,	—	E. Badois, Chabrier, Lacazette.
L. Schemouder,	—	Dyckhoff, Grosdidier, Merceron.
A. Souter,	—	Desroziers, Hillairet, Picou.
L. Tunis,	—	Calvé, Lecler, Rouquier.

Comme Membres Associés, MM. :

A.-E.-A. Dubois,	présenté par MM.	Badois, Hebert, M. Otto.
R. Maller,	—	Brulé, Miliareny, Prat.
L. Patouillard,	—	L. Dubois, L. Jeunet, L. Rey.

Le Président du Conseil d'Administration de la Chambre Syndicale des Propriétés Immobilières de la Ville de Paris, présenté par MM. G. Dumont, E. Badois, L. Thomas.

La séance est levée à 11 heures et demie.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

MÉMOIRES

LE SOUDAN ET LA GUINÉE

PAR

M. H. HAMET

I

NOTE

SUR LES

COMMUNICATIONS DE LA RÉGION SUD

DU SOUDAN ET DE LA GUINÉE

Le partage du Soudan et sa dislocation entre les colonies voisines ne permet plus au gouvernement de se charger du transport des marchandises exportées par les commerçants de la Région sud Soudanaise. Ces derniers vont donc être livrés à leurs propres ressources; il va leur falloir faire cheminer leurs marchandises sur un port d'embarquement desservi par les grandes lignes de navigations européennes. Dans ces circonstances, l'embarras du choix est des plus restreints; les deux voies toutes indiquées sont Konakry, ou Dakar par le Sénégal

Nous allons étudier la valeur de chacune de ces voies au point de vue de la sécurité, de la rapidité du voyage, et des facilités qu'il y a d'organiser des convois, ou même de simples caravanes.

Tout d'abord, le chemin qui se présente sous l'aspect le plus séduisant, le plus court au point de vue de la distance, est celui de la Guinée.

La Guinée est sans contredit un des plus beaux pays d'Afrique. Sa capitale, Konakry, toute construite à l'européenne, placée au

bord de la mer dans un site enchanteur, s'est développée avec une rapidité semblable à celle qui a présidé à la naissance des villes américaines.

Sa prospérité fait pâlir Sierra-Leone ; Freewton commence à s'éclipser devant elle. Quel rôle considérable elle jouera un jour dans le continent noir quand la civilisation aura augmenté et son commerce et son agriculture ! car cette merveilleuse cité est non seulement un entrepôt du commerce africain, mais encore la façade d'une contrée qui peut et doit devenir un pays agricole par excellence, le Foutah Djallon, que l'on a comparé avec justesse à notre région d'Auvergne.

Son trafic est déjà considérable ; 20 millions pour l'année 1900 récompenseront la Guinée de moins de dix années d'efforts. Certes, c'est là un résultat que peu de colonies françaises ont pu atteindre. Nous pourrions même dire que ce résultat est unique dans nos annales coloniales. Ce ne sont pas seulement les richesses de la Guinée que Konakry écoule ; ce sont surtout celles des pays qui lui font suite pour ainsi dire. Timbo lui envoie les richesses puisées dans la région sud du Soudan ; le Baleya, l'Oulada et le Sakaran viennent y faire leurs échanges. Aussi est-ce avec juste raison que, pour entretenir et développer cette prospérité toujours croissante, le gouvernement de la Guinée veut un chemin de fer réunissant Konakry au Niger et qui, poussé jusqu'à Bammako, sera peut-être l'artère la plus importante de l'Afrique.

Mais, en attendant ces résultats certains qu'un court avenir lui réserve, voyons les voies de communication dont le commerce européen peut disposer en ce pays, et comment l'on peut pénétrer de Konakry dans l'intérieur de l'Afrique.

Bien avant tout projet de chemin de fer, le gouvernement de Guinée, comprenant l'importance qu'il y avait lieu d'assurer les communications avec l'intérieur, décréta la construction de la route dite Niger-Konakry ; il se mit à l'œuvre et commença à construire dans des conditions remarquables d'économie et de solidité une voie rappelant nos plus belles routes ; 135 *km* de route carossable qu'envieraient nos automobilistes, réunissent Konakry et Frigia-bé.

Devant les dépenses occasionnées pour la construction d'un chemin de fer, le gouvernement hésite à poursuivre cette voie, de telle sorte qu'à partir de Frigia-bé il faut suivre la route indigène pour pénétrer à l'intérieur. Timbo, Dinguiray, Kou-

roussa, sont les principales stations de l'étape qui conduit au Niger.

De Frigia-bé à Timbo, il faut gravir un massif montagneux où le fil télégraphique est le plus sûr guide du voyageur marchant à travers un sentier à peine frayé, rencontrant de loin en loin un village abandonné et désert, les noirs ayant dû fuir devant les exigences de leurs propres caravanes qui les pillaient et les réquisitionnaient de vivres et de porteurs.

Aussi faut-il s'écarter de 5 à 6 *km* à droite ou à gauche de la route des caravanes pour aller prendre gîte et se ravitailler. Les accidents du sol sont nombreux, le passage en montagne dure de dix à douze jours, et les bêtes de somme meurent de fatigues et de privations, car la population n'est pas hospitalière.

La marche de Timbo à Dinguiray n'est pas moins pénible à travers un pays plus montagneux encore, sillonné de nombreux marigots.

Enfin, au sortir de Guinée, dès l'entrée du Soudan, il faut longer le Tinkisso, en un pays désert et dévasté par les guerres récentes; de sorte que, malgré tous les avantages d'un pays salubre et d'un point d'embarquement éloigné à peine de 600 *km* de Siguiri et de 500 *km* de Kouroussa, il faut renoncer à suivre la route de Guinée.

On ne saurait trop désirer la réalisation du projet de ce chemin de fer qui doit, en moins de vingt jours, apporter en France les produits de la Région sud du Soudan, permettant ainsi de multiplier et de rendre fructueuses les transactions avec l'Afrique; et cela en tout temps, alors que par la voie de Dakar-Sénégal, il faut tenir compte de l'état des eaux et que la durée du trajet fait perdre la majeure partie des bénéfices et immobilise les capitaux pendant beaucoup trop longtemps pour les attirer et les rendre abondants en ces pays.

Nous allons donc, d'autre part, étudier succinctement les conditions dans lesquelles s'effectue le transport par la deuxième voie, c'est-à-dire la partie du Niger jusqu'à Bammako, le passage à travers les terres de Bammako à Oualia, de Oualia à Kayes par chemin de fer, de Kayes à Podor et Saint-Louis, de Saint-Louis à Dakar par le Sénégal.

Les produits sont jusqu'à ce jour apportés par les noirs et achetés par les Européens en des points importants, sur de véritables marchés où l'autorité militaire se faisait sentir depuis longtemps, provoquant et protégeant les transactions commerciales.

Si le gouvernement ne peut plus assurer le transport sur ses chalands et sur ses voitures, il est de toute nécessité, pour opérer la transition de sa tutelle commerciale à la libre initiative des négociants, qu'il aide ces derniers à recruter le personnel, d'autant plus qu'il existe peu ou pas de Compagnies de transports.

Donc, la marchandise prise dans des centres importants, Kankan, Siguiri, Kouroussa, sera descendue par voie du Niger, jusqu'à Siguiri. De ce côté, peu ou pas de chômage; la saison de trafic commence en décembre pour finir en juillet. Or, jusqu'au 26 juin de l'année 1899, les convois ont sillonné le Niger jusqu'à Bammako (durée du trajet de 3 à 8 jours, 250 *km*).

Si les commerçants imitent, et ils le feront fatalement, les convois militaires, ces convois fonctionneront de novembre en juillet. Ils seront formés de voitures attelées à des mulets ou à des ânes et leur itinéraire sera le même que celui suivi par les transports militaires. Les routes sont carossables et dans un état suffisant pour que le voyage s'opère sans trop de difficultés (durée du trajet 17 à 18 jours, 450 *km*).

Donc, si l'on considère le temps qui s'est écoulé depuis l'embarquement jusqu'à l'arrivée en gare, il faut compter 23 jours, et cela du point le plus rapproché de Siguiri à Oualia, environ 700 *km* de trajet.

A Oualia, la marchandise se dirige sur Kayes par voie ferrée; rien de plus simple. Elle arrive à Kayes en deux ou trois jours, puis elle prend la voie du Sénégal après avoir parcouru sans encombre environ 300 *km*.

A partir de ce point, rien n'est plus variable que la durée du trajet du parcours de ces 1 050 *km*, qui parfois demandent plus de temps qu'un voyage aller et retour en Extrême-Orient. Si, au moment des hautes eaux, la durée du trajet de Bordeaux à Kayes est de 12 à 14 jours, pendant la saison sèche, le trajet de Kayes à Saint-Louis atteint jusqu'à 75 jours.

Exemple :

Kayes à Bakel	15 jours
Bakel à Matam.	8 —
Matam à Kaedy.	5 —
Kaedy à Podor.	4 —
Podor à Saint-Louis.	3 —
Soit une durée virtuelle de. .	35 jours

Mais, il faut encore tenir compte des arrêts et des difficultés de transbordement toujours inévitables avec ces fleuves desséchés, de sorte que ces 35 jours se sont transformés en 54, et encore, ce résultat n'a été atteint que grâce au concours efficace et rapide des chefs de poste, qui déploient la plus grande énergie pour faciliter les opérations de ce genre.

En résumé, de la marchandise embarquée le 12 mars, à Kouroussa, n'a pu atteindre Bordeaux que le 10 juillet. Il a donc fallu 120 jours pour accomplir ce voyage, qui, *via* Konakry, demandera à peine 20 jours.

Mais, néanmoins, malgré toutes ces lenteurs qui rendent les opérations difficiles et diminuent les bénéfices d'un capital renouvelé à grand'peine deux fois en un an, le commerce européen préférera encore cette voie lente mais sûre, parce que le commerce qui opère par masse ne peut se contenter de la sécurité illusoire qui suffit aux caravanes noires.

Il est donc de toute nécessité pour la Guinée, si elle veut faire affluer vers Konakry le trafic du Sud Soudanais, qu'elle fasse au plus tôt son chemin de fer Konakry-Niger, dont les résultats seront aussi féconds pour l'Afrique, la boucle du Niger, que pour la Guinée elle-même. Jusque-là, il faut se contenter des voies commerciales qu'offrent, avec tant d'efforts, le Soudan et le Sénégal.

II

ÉTUDE

SUR LE

CAOUTCHOUC AU SOUDAN

Avant de procéder à l'étude des plantes à caoutchouc du Soudan, et de montrer quelles ressources peut trouver la France en développant la culture de cette matière première, jetons un coup d'œil sur l'état du marché depuis les dix dernières années.

Le Brésil a pris la première place dans le monde entier, tant par l'abondance de ses produits que par la supériorité de sa qualité.

Son commerce s'est réparti comme il suit :

1889	15 300 000 *kg* à	6,50 *f* =	99 450 000 *f*
1890	16 800 000 —	7,00 =	117 600 000
1891	18 430 000 —	7,50 =	138 225 000
1892	18 990 000 —	7,50 =	142 425 000
1893	19 730 000 —	7,75 =	152 907 500
1894	19 470 000 —	7,90 =	153 813 000
1895	20 710 000 —	8,25 =	170 857 000
1896	21 600 000 —	9,00 =	194 400 000
1897	22 700 000 —	9,60 =	217 920 000
1898	22 000 000 —	10,50 =	231 000 000

Dans ces chiffres sont compris la marchandise en transit de Bolivie, Manaos et Pérou.

Ainsi donc, la production du Para augmentait de 44 0/0 en dix ans ; en même temps, les prix subissaient une augmentation de 61,5 0/0 et cependant, à côté du Brésil, d'autres pays producteurs prenaient un essor non moins considérable.

En 1886, le Congo exploitait ses premiers caoutchoucs.

Les débuts furent plus que modestes. La somme de 79 503,60 *f* représentait la valeur totale que produisait la vente de cette matière.

En 1889, le chiffre s'élève à 458 895 *f*.

En 1890, Anvers se met à la tête du mouvement ; dès lors, la progression va en croissant d'une façon rapide.

Le montant total du caoutchouc exporté du Congo devient en:

1890, de 556 497 *f*;
1891, de 326 700 *f*;
1892, de 625 356 *f*;
1893, de 964 612 *f*;
1894, de 1 472 944 *f*;
1895, de 2 882 585 *f*;
1896, de 6 586 730 *f*;
1897, de 8 311 900 *f*;
1898, de 11 000 000 *f*.

La progression du tonnage vendu par Anvers n'est pas moins considérable.

En 1889, Anvers met à peine 5 *t* de caoutchouc congolais en vente sur son marché; à partir de 1890, cette progression devient:

1890, de 30 000 *kg*;
1891, de 21 000 *kg*;
1892, de 59 000 *kg*;
1893, de 162 885 *kg*;
1894, de 274 580 *kg*;
1895, de 531 000 *kg*;
1896, de 1 115 875 *kg*;
1897, de 1 679 154 *kg*;
1898, de 2 014 591 *kg*.

De sorte qu'en l'espace de huit années consécutives, l'exploitation du caoutchouc congolais a augmenté dans la proportion de 1 à 70. Les prix ont aussi subi une hausse des plus satisfaisantes: les caoutchoucs de Kassaï, vendus 6,25 *f* le kilogramme au commencement de 1891, ont atteint 10,02 *f* en 1898 et 10,50 *f* en 1899, soit 60 0/0 de hausse sur le prix de 1891.

Enfin, en 1899, le tonnage des arrivées à Anvers, fin juillet, est de 2 096 000 *kg* contre 1 114 000 *kg* à pareille époque en 1898.

Les stocks en caoutchouc sont des plus faibles. Les résultats obtenus sont indépendants de la spéculation et proviennent des besoins sans cesse croissants de l'industrie.

Du reste, le tableau ci-joint des importations du caoutchouc sur les principaux marchés européens en donne une preuve irréfutable:

ANNÉES	LIVERPOOL	LONDRES	LE HAVRE	ROTTERDAM	ANVERS	TOTAUX
	kg	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*
1890.	9 994 000	2 087 000	810 596	541 000	30 000	13 462 596
1891.	10 409 000	2 064 000	1 056 000	532 000	21 000	14 082 000
1892.	10 278 000	1 808 000	786 000	489 000	62 965	13 423 965
1893.	11 445 000	1 746 000	1 065 260	437 000	167 196	14 860 456
1894.	12 244 000	1 966 000	1 326 821	372 000	274 580	16 183 401
1895.	13 222 000	1 544 000	1 499 666	300 000	531 074	17 096 740
1896.	16 113 000	1 718 000	1 633 140	324 500	1 115 875	20 904 515
1897.	14 627 000	2 053 000	2 326 665	303 500	1 679 154	20 989 319

La consommation de l'Amérique du Nord est encore beaucoup plus importante que celle de l'Europe, qui ne représente environ que le tiers de la consommation totale.

Enfin, si nous nous reportons à vingt-cinq ans en arrière, nous verrons que la production du caoutchouc a quadruplé depuis 1874.

Cette marche en avant ne saurait se ralentir avant de longues années. La cherté du caoutchouc est un obstacle sérieux pour l'extension de l'industrie.

Il faut être appelé à manipuler cette matière pour savoir la quantité prodigieuse de produits que l'on est obligé d'y adjoindre. Si l'on pouvait disposer, dans l'industrie, de caoutchouc en abondance et à des prix plus abordables, les applications prendraient un essor encore plus considérable. La vélocipédie, l'automobilisme, l'électricité sous toutes ses formes, fournissent au caoutchouc des applications de plus en plus nombreuses.

La France peut donc sans crainte, à l'instar des autres pays, porter tous ses efforts et ses capitaux pour augmenter dans ses colonies la production du caoutchouc et en perfectionner les moyens de récolte.

La culture du caoutchouc restera encore, pendant de longues années, une des sources les plus considérables de richesses qui puissent être offertes à l'activité humaine.

Ceci posé, voyons de quelles ressources dispose le Soudan. A peine la région sud pacifiée, le caoutchouc y fut récolté par les soins et sous le contrôle des commandants de région, qui voyaient là matière à faire rentrer l'impôt. Le commandant de Lartigue s'intéressa vivement à la question ; il créa à Kouroussa une école de moniteurs destinés à enseigner aux noirs les meilleures mé-

thodes de récolte ; le montant de la vente des produits récoltés leur fut laissé à titre de prime.

Les plantes indigènes pouvant donner un bon coagulat furent signalées aux chefs de village, et l'on n'accepta pour payer l'impôt que des produits de choix.

Cette manière de faire, commune au Sénégal, au Soudan et à la Guinée, donna des résultats tout à fait probants ; elle permit aux produits africains français de prendre place sur les marchés européens, de soutenir la lutte avec les caoutchoucs importés du centre Amérique, et de surpasser en qualité un grand nombre d'entre eux. Aussi, peut-on dire justement que l'augmentation de la valeur marchande a non seulement pour cause la hausse que subit actuellement la matière première, mais surtout les améliorations très réelles apportées à la fois dans les procédés de coagulation et dans la surveillance exercée sur la récolte. C'est là un résultat durable que ne sauraient atteindre les fluctuations du marché.

Les caoutchoucs du Soudan, en particulier, peuvent être placés en parallèle, d'une façon avantageuse, non seulement à côté des produits américains, mais encore ils peuvent lutter avec succès contre les produits du Congo belge, comme nerf et élasticité. Ils résistent beaucoup mieux que ces derniers à l'action de la chaleur. Nous avons vu, en effet, très peu de caoutchouc soudanais présenter l'aspect poisseux qui fait très souvent déprécier la marchandise, provenant du Congo, vendue sur la place d'Anvers ;

Les différentes espèces sur lesquelles nous avons porté nos investigations comprennent :

Artocarpées, GENRE **Ficus**.

1° *Dobb* ; 2° *Dindé* ;	Rencontrées sur les bords du Sénégal ; n'ont pu être examinées par suite des conditions dans lesquelles s'est effectué le voyage ;
3° *Souro* ; 4° *Sira* ; 5° *Seri* ;	Arbres à latex coagulant mal ; donnent aux réactifs un produit poisseux ne présentant pour l'instant aucun intérêt industriel ;
6° *Toro* ; 7° *Cobo* ; 8° *Doubalel* ; 9° *Tonkoro* ; 10° *Cotro*.	Comme les précédents, ne donnent aucun résultat.

Asclepiadées.

Fafetone, donne un produit grumeleux, n'ayant aucune propriété du bon caoutchouc, néanmoins récolté abondamment; il peut lutter sur les marchés à côté des produits de qualité tout à fait inférieure (dits pseudo-caoutchoucs) importés de Singapore sous le nom de Borneo mort, et qui atteignent couramment la valeur de 520 à 570 *f* la tonne. Ce produit, très abondant au Sénégal, pourrait être expérimenté, et l'on devrait en tenter l'introduction dans l'industrie du caoutchouc.

Euphorbiacées.

Fama, arbre qui croît dans les marigots. Son latex donne à la coagulation un produit qui sert à la fabrication de la glu; n'a pas été exploité jusqu'ici. Il y aurait peut-être lieu d'en tenter l'emploi pour enduire les étoffes, concurremment avec les gommes inférieures du Lagos, dites *pâtes d'Acra*, et les caoutchoucs tout à fait inférieurs de Java (espèces dénommées commercialement sous le nom de *Getah Danton*, *Getah Zuzu)*, valeur 2500 à 2 700 *f* la tonne.

Apocynées.

Saba. — Très abondant dans le Soudan, la Guinée et le Fontah, n'a tout d'abord donné que des résultats fort médiocres aux réactifs. Nous avons pu, par la chaleur à feu nu, obtenir une résine peu élastique et se durcissant rapidement.

Introduite dans la fabrication du caoutchouc dès notre retour en France, elle nous a permis d'obtenir des résultats satisfaisants comme agglomérant. De plus, cette matière se comporte bien dans la fabrication de l'ébonite.

Il y aurait lieu de poursuivre l'étude du traitement de ce latex.

Nous avons examiné de même les lianes *Counda*, *Codoudo*, *Bili*. Seuls, la *Goi* ou *Gohine* et le *Corobili* nous ont donné des résultats industriels.

Le *Corobili* a été rencontré avec nous par M. le capitaine Francerie, dans un marigot, près de Koundia.

Les indigènes le connaissent et l'exploitent même, mais il est assez rare, car il croît seulement le long des marigots.

Nous avons adressé des échantillons récoltés par nous, au moyen d'eau salée, à M. le général de Trentinian, lieutenant-gouverneur.

Les éléments botaniques, fournis par nous à M. Chevalier, ne lui ont pas permis de se prononcer sur la nature de la plante, mais M. le commandant de Lartigue, à qui nous en avons parlé, connaît de son côté l'existence de la liane qui lui à été signalée par les indigènes.

On peut donc dire que le Soudan ne possède guère plus d'une espèce de caoutchouc dans la région Sud, et cette plante est la liane *Gohine (Landolphia Hendolotii)*.

Étude du Latex.

Le latex fourni par la liane gohine a l'aspect d'un véritable lait animal, blanc dans la région de Siguiri, Kankan et Kouroussa, légèrement rosé dans la région du Dinguiray, inodore au moment où il s'écoule de l'arbre. Il ne tarde pas à prendre une odeur butyrique légèrement putride dès qu'il commence à fermenter. La partie exposée à l'air se coagule légèrement.

Sa densité, très voisine de 1 000 (980 à 990), est sensiblement supérieure à celle du caoutchouc qu'il fournit; le coagulat surnage toujours dans le liquide.

La densité du caoutchouc fourni par la gohine est de 920 à 930, de sorte que ce latex se compose de deux parties bien distinctes :

1° Le *plasma* renfermant le caoutchouc proprement dit, avec les matières albuminoïdes et une cire végétale que l'on perçoit nettement après quelques jours, quand la matière a été coagulée;

2° Le *sérum* qui renferme l'eau de constitution, les matières minérales et les matières azotées qui entraînent la fermentation rapide du latex avant toute coagulation et qui, d'autre part, en suspension dans les eaux mères emprisonnées dans le caoutchouc une fois coagulé, tendent, par leur fermentation, à détériorer la matière elle-même.

Ce sont ces agents fermentescibles qu'il est de toute nécessité de détruire, soit avant, soit pendant la coagulation.

Le choix des aseptiques doit être déterminé par les conditions suivantes :

1° N'exercer aucune action de décomposition sur le latex tout en assurant sa conservation indéfinie;

2° N'introduire dans ce même latex aucun élément pouvant amener dans les manipulations ultérieures de la fabrication, soit des colorations, soit des combinaisons chimiques qui pourraient exposer à des mécomptes.

Les aseptiques que nous avons expérimentés sont :

Le formol employé au	1/500e
Le gaïacol —	1/200e
Le salol —	1/200e
L'acide thymique employé au . . .	1/200e
L'ammoniaque — . . .	1/100e

Tous ces agents ne coagulent pas le latex et ne modifient pas sa composition.

Enfin, nous avons essayé le fluorure de sodium qui, à la dose de 2 0/0 du poids de latex, coagule entièrement le caoutchouc ; c'est, de plus, un aseptique des plus énergiques.

L'on a pris dans les divers essais :

Latex.	500 g
Formol.	1
Eau	100

ou bien :

Latex.	500 g
Gaïacol.	2,5
Eau.	100

ou bien :

Latex.	500 g
Acide thymique	2,5
Eau	100

L'adjonction d'aseptiques, dans des proportions aussi faibles que celles indiquées plus haut, produit les meilleurs résultats au point de vue de la conservation du caoutchouc. Son inaltérabilité aux agents atmosphériques est devenue beaucoup plus grande. Nous avons rapporté simultanément du Soudan des caoutchoucs fort bien récoltés par les indigènes et présentant un fort bel aspect et des caoutchoucs récoltés après aseptie du latex. Les premiers, après huit mois, avaient perdu toute translucidité et prenaient un aspect cartonneux ; ils devenaient aussi beaucoup moins élastiques. Les autres, au contraire, n'avaient perdu

aucune de leurs qualités et la comparaison n'était plus possible.

Aussi ne saurions-nous trop conseiller de répandre la pratique de l'aseptie des latex, qui représente une dépense insignifiante, 7 à 8 *f* par tonne de latex, et qui augmente dans des proportions considérables la valeur marchande du produit.

Coagulation.

La coagulation, ayant pour but de séparer le plasma du sérum, doit être aussi entière que possible, non seulement au point de vue rémunérateur, mais encore pour assurer la qualité et la conservation du produit.

On reconnaît qu'elle est complète, quel que soit le mode d'opération employé, quand les eaux mères ont pris une teinte citrine et ne présentent plus d'aspect laiteux.

Le rendement en caoutchouc est indépendant du procédé de coagulation; pour la gohine, il varie de 28 à 32 0/0.

Nous avons tenté la coagulation par les procédés suivants :

1° Par la chaleur (en vase chauffé);
2° Par la chaleur avec enfumage;
3° Par agents chimiques (produits apportés d'Europe);
4° Par décoctions de plantes indigènes;
5° Par moyen mécanique.

1° Coagulation par la chaleur.

Le latex a été chauffé lentement dans un vase. Le caoutchouc se coagule en masse qui surnage; il n'y a plus qu'à le retirer, le presser et le laisser sécher.

L'opération a besoin d'être conduite de manière à emprisonner le moins possible de sérum; d'autre part, il faut la pousser jusqu'à ce que tout le caoutchouc ait passé dans le coagulat. Bien conduite, l'opération donne un bon produit.

Les noirs connaissent ce procédé, l'emploient peu et réussissent rarement à faire ainsi de bons produits. C'est cependant le plus simple de tous les procédés, celui qui doit réussir avec toutes les différentes espèces de latex.

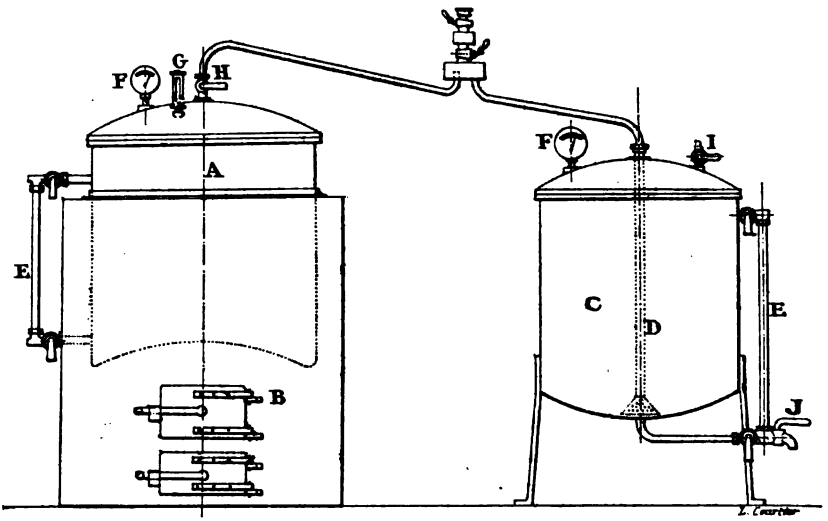
Si nous considérons les causes d'insuccès, elles sont les suivantes :

La coagulation commence à une température relativement basse, et le caoutchouc ainsi produit emprisonne du sérum qui,

n'ayant pu être chauffé à une température suffisante, conserve de par lui tous les germes de fermentations qui détérioreront plus tard la matière récoltée. Or, il est nécessaire, pour détruire tout germe de fermentation, d'obtenir au moins 100° de température.

Voici l'appareil que nous proposons à cet effet.

Rappelons tout d'abord que le caoutchouc livré à l'industrie peut supporter sans décomposition aucune une température de 100 à 130°. Cette exposition de la gomme à de la vapeur d'eau chauffée à ce degré de chaleur est même un moyen efficace d'épuration. Or, à cette température, tout produit fermentescible est sûrement détruit; on est donc certain d'obtenir des produits ne subissant plus dans l'avenir aucune décomposition.



Légende

A	Chaudière	F	Manomètres
B	Fourneau	G	Soupape de sureté
C	Marmite de condensation	H	Robinet de prise de vapeur
D	Tube d'arrivée de vapeur avec crépine	I	Robinet de purge d'air
E	Niveaux	J	Robinet de vidange

FIG. 1.

L'appareil *(fig. 1)* se compose de deux réservoirs en tôle émaillée, munis d'appareils de sûreté, manomètre, niveau d'eau, soupape, etc. Leur communication est assurée par un tube en métal avec robinet permettant de les isoler et de les mettre en communication à un moment donné. Enfin, sur le parcours du tube

d'adjonction se trouve un petit récipient que traverse la vapeur et qui est destiné à contenir telle substance que l'on jugera convenable d'introduire dans le latex, soit pour en modifier la composition, soit pour en assurer la coagulation.

Le réservoir A produit la vapeur (5 à 6 *atm*), le réservoir C renferme le latex à traiter. Dès que la vapeur est à la pression voulue, l'on met les deux vases en communication ; le latex se coagule dans le récipient C dont la température, vu les dimensions du récipient A, est portée à 100 ou 130° très rapidement ; la destruction de tout ferment est ainsi assurée et il reste à retirer le caoutchouc coagulé qui remonte à la surface et à le comprimer pour en extraire l'eau qu'il renferme.

Cet appareil très simple, très robuste, peut, sous de faibles dimensions, traiter journellement de 400 à 500 *kg* de latex. Il peut se transporter sans effort à dos d'homme. On peut du reste le réduire encore, en supprimant le fourneau et en le posant, soit sur un trépied, soit sur des pierres. Son maniement facile le met à la portée de tous les indigènes.

Il y aurait lieu d'expérimenter, avec cet appareil, les latex de mauvaises qualités qui n'ont jusqu'ici donné que des résultats médiocres. On sait, en effet, qu'il y a quantité de lianes, arbres, etc., qui donnent des produits que l'on peut dénommer pseudo-caoutchoucs ou pseudos-guttas. Le *Saba* si abondant en Afrique est de cette catégorie.

Le grand inconvénient de ces pseudo-caoutchoucs ou guttas est de donner des produits se résinifiant rapidement et devenant très cassants en peu de temps.

En traitant ces latex par la vapeur sous pression, avec l'adjonction de soude, chlorure d'aluminium, acide organique, alcool, etc., etc., on pourrait très probablement détruire les matières résineuses, les faire passer dans le sérum et obtenir un produit de qualité bien supérieure à ce qui a été fait jusqu'ici. D'ores et déjà on pourrait essayer sur le *Fafetone*, le *Saba* et le *Fama*.

Le *Saba*, traité par la chaleur, nous a permis d'introduire ce produit dans la fabrication et nous a donné de bons résultats ; nous avons, du reste, demandé à M. le Gouverneur général de l'Afrique de nous envoyer quantité suffisante de *Fama*, *Fafetone*, *Saba* et *Karité* pour les expérimenter dans la fabrication. Il est de toute évidence que le latex a besoin d'être traité avec cet appareil dès qu'il s'écoule de l'arbre, l'exposition à l'air amenant une

oxydation et une transformation très rapide du liquide, en donnant ainsi naissance à des combinaisons que l'on ne peut modifier ultérieurement.

2° Coagulation par la chaleur avec enfumage.

La coagulation par l'enfumage a été essayée par nous.

Le latex de la liane Gohine se coagule par la fumée, mais nous n'avons obtenu que des résultats incomplets.

Pour obtenir un résultat avec ce procédé qui est celui employé au Para, il faut une fumée chaude et épaisse. De plus, la fumée doit être très riche en éléments créosotés. C'est ainsi que la sorte de caoutchouc dite *Cameta*, provenant de la même essence que le caoutchouc de *Para*, n'a jamais pu être enfumée à cause du manque sur place de la noix dont on se sert au Para pour produire la sorte dite *Para fin*. De plus, les latex d'Amérique accusent une richesse de 50 à 60 0/0 en caoutchouc alors que ceux d'Afrique ne donnent qu'un rendement de 28 à 32 0/0. Il y aurait donc lieu de répéter cette expérience en cherchant une plante donnant à la combustion une fumée très riche en créosote. On verrait ainsi, d'autre part, si la teneur inférieure de la gohine en caoutchouc par rapport à l'*Hevea Brésiliensis* n'est pas la cause de l'insuccès.

3° Coagulations par agents chimiques.

Les agents chimiques sont susceptibles de donner à la coagulation du caoutchouc d'excellents produits, à la condition d'être employés à dose convenable.

Ils donnent des produits beaucoup plus purs que les coagulants indigènes ; ils ne prennent pas, par la suite, une coloration noirâtre comme les produits obtenus avec ces derniers. Il est vrai que cette coloration noirâtre ne provient que des détritus de cellules tenus en suspension dans le liquide infusé et qui s'oxydent et se décomposent au contact de l'air.

Les agents chimiques que nous avons essayés sont, indépendamment d'acides minéraux tels que, acide sulfurique, chlorhydrique, des acides organiques se trouvant dans les plantes indigènes, tels que, l'acide citrique qui se trouve en quantité dans l'orange et le citron, l'acide oxalique principe du Da, l'acide formique que l'on rencontre dans le tamarinier. Enfin, nous avons expérimenté certains sels, chlorure de sodium, chlorure d'aluminium et fluorure de sodium.

Le latex, préalablement aseptisé ainsi qu'il a été dit précédemment, a été soumis à l'action des coagulants dans la proportion de :

Latex	500 *g*	Très bon produit.
Acide sulfurique à 55°.	8	
Eau	200	
Latex	500 *g*	Très bon produit.
Acide chlorhydrique. .	4	
Eau	200	
Latex	500 *g*	Très bon produit.
Acide formique. . . .	6	
Eau	200	

L'acide formique existe en très grande quantité dans les termites et les fourmis; il serait possible de se servir d'une décoction de ces insectes dans l'eau bouillante pour coaguler les latex.

Latex	500*g*	Très bon produit.
Acide citrique. . . .	5	
Eau	200	
Latex	500 *g*	Très bon produit.
Acide oxalique	6	
Eau	200	

Sels minéraux :

Latex	500 *g*	Très bon produit.
Sel marin	20	
Eau	200	
Latex	500 *g*	Très bon produit.
Chlorure d'aluminium .	10	
Eau	200	
Latex	500 *g*	Très bon produit.
Ammoniaque.	15	
Acide chlorhydrique, .	10	
Eau	300	
Latex	500 *g*	Très bon produit.
Fluorure de sodium. .	10	
Eau	100	

La coagulation par le fluorure de sodium donne un produit excessivement dur et nerveux se rapprochant beaucoup du Para.

Notons en passant que la coloration du produit obtenu n'est

pas uniforme; c'est ainsi que le Gaïacol tend à communiquer au caoutchouc une coloration rougeâtre très prononcée. Le chlorure d'aluminium avec le formol donnent au contraire une belle coloration jaunâtre.

4° Coagulants indigènes.

La majeure partie de ces coagulants indigènes sont dus aux recherches du commandant de Lartigue, qui les a préconisés et répandus dans la région Sud.

Nous avons opéré avec les coagulants suivants : *Gnama*, *Da*, *Somo*, *Citron*, *Orange*, *Tamarinier*; et lors de notre passage à Dinguiray, nous avons expérimenté le fruit du *Baobab*, le *Peripirini* ou *Emouco*, plus abondant dans ces régions que partout ailleurs, et la tomate indigène. Les proportions employées dans 10 *l* d'eau sont les suivantes :

Gnama	2,500 *g*
Da	2,500
Somo	3,500
Citron (fruits)	1,200
Orange (fruits)	1,200
Tamarinier (feuille)	3,000
— (gousse)	1,200
Baobab (fruits)	1,500
Emouco	1,600
Tomate	1,500

Ces diverses plantes, dont on avait enlevé les parties ligneuses les plus fortes, ont été bouillies dans 10 *l* d'eau.

La décoction a été abandonnée durant une nuit, puis filtrée dans un linge et réchauffée bouillante avant l'emploi.

En opérant de la sorte, c'était non seulement le principe de la plante elle-même qui servait à la coagulation, mais encore la température portée à l'ébullition qui assurait la coagulation :

Latex aseptisé	500 *g*
Décoction	500

c'est-à-dire poids pour poids.

Tous les résultats obtenus ont été des plus satisfaisants. Ainsi qu'il a été remarqué précédemment, le produit présente toujours une coloration légèrement noirâtre, ce qui nuit à l'aspect du produit.

5° Coagulation mécanique.

Si l'on considère la densité du latex sortant de l'arbre, on voit que cette densité est très voisine de l'unité (0,980) ; le caoutchouc, d'autre part, une fois coagulé, a pour densité 0,920 à 0,930. Or, de par le phénomène de la coagulation même, il était parfaitement démontré que les liquides pouvaient se séparer. Les travaux récents faits sur les laits d'origine animale, de composition si voisine des latex à caoutchoucs ; la séparation mécanique de l'albumine du sang, permettaient d'oser espérer le même résultat avec les laits de caoutchoucs. Aussi, dès qu'il fut décidé par M. le Ministre des Colonies de nous confier une mission pour l'étude du caoutchouc au Soudan, nous réitérions au lieutenant-gouverneur, M. le général de Trentinian, notre désir d'expérimenter les latex dans cette voie ; M. le Gouverneur, pour simplifier les formalités auprès de l'Administration des Colonies, nous conseilla d'acheter les appareils à nos frais et voulut bien, de son côté, nous en assurer le transport.

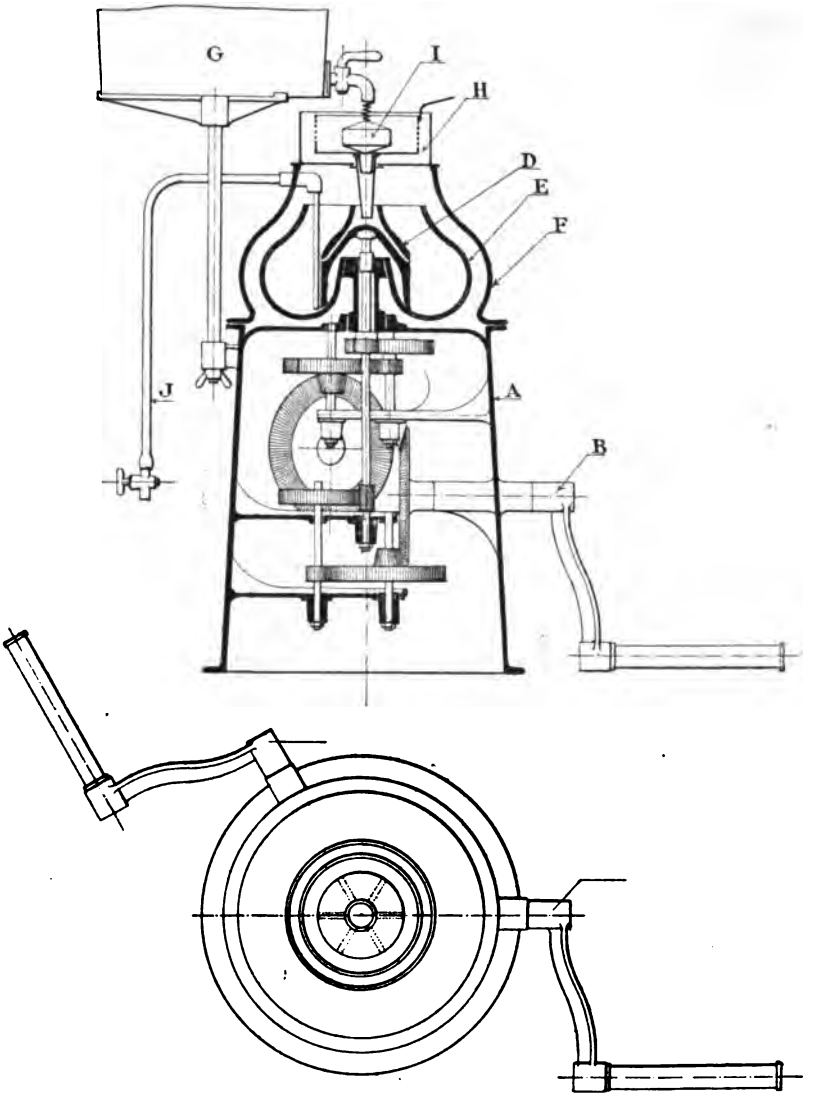
La coagulation mécanique a l'avantage suivant : n'introduire au sein du latex aucune cause pouvant modifier sa nature, soit par combinaison, soit par l'action même de l'ingrédient chimique restant au sein de la masse, le caoutchouc une fois coagulé. Ce mode d'opération, sur des latex aseptisés, nous a donné un caoutchouc parfaitement pur, de qualité nerveuse, d'une conservation remarquable et d'une translucidité complète, différant en cela de tous les caoutchoucs récoltés par les procédés employés jusqu'à ce jour. Du reste, l'échantillon est là pour sanctionner la comparaison.

L'appareil que nous avions emporté (écrémeuse du type Alexandra) ne permettait de traiter que de faibles volumes de latex.

Cet appareil comprenait un vase tournant de six mille à huit mille tours à la minute. A des vitesses aussi considérables, les diverses parties d'un liquide composé d'éléments de densités variables se classent suivant leurs poids spécifiques.

Pour le latex, les globules de caoutchouc se soudent entre eux comme sous l'influence d'un coagulant et le sérum s'écoule entièrement dépouillé de la partie coagulable.

Le caoutchouc, d'une teinte blanche semblable à celle du papier, vient s'agglomérer sur les parois du vase ; il n'y a plus qu'à l'en détacher.



Légende

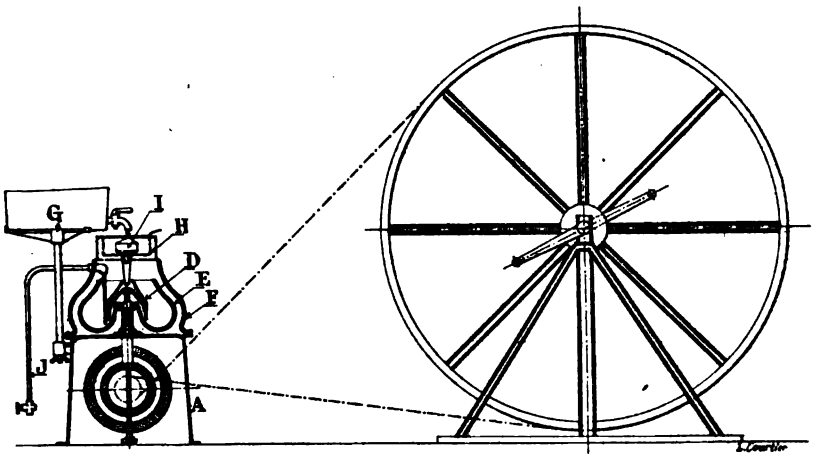
A	Bâti	**E**	Bol extérieur
B	Manivelle commandant le mouvement du bol intérieur	**F**	Enveloppe protectrice
		G	Réservoir d'alimentation
C	Manivelle commandant le mouvement du bol extérieur	**H**	Récipient de réglage
		I	Flotteur de reglage
D	Bol intérieur	**J**	Tuyau de purge

FIG. 2.

Nous avons envoyé à M. le Gouverneur un échantillon assez volumineux et en avons conservé un devers nous.

Nous annexons ci-joint un dessin de l'appareil *(fig. 2)*, modifié dès notre retour, et qui présente les dimensions voulues pour traiter 20 à 25 *l* de latex en moins d'une demi-heure, donnant de 6 à 7 *kg* de caoutchouc.

L'appareil diffère de la turbine genre Alexandra en ce que le distributeur tourne et vient projeter le liquide animé d'une vitesse déjà considérable sur les parois d'un bol tournant en sens inverse et à une vitesse linéaire beaucoup plus grande. Le liquide, dont les éléments se sont déjà classés par ordre de den-



Légende

A	Bâti	G	Réservoir d'alimentation
B	Bol intérieur	H	Récipient de réglage
C	Bol extérieur	I	Flotteur de réglage
D	Enveloppe protectrice	J	Tuyau de purge

FIG. 3.

sité, subit ainsi un arrêt qui permet aux éléments les plus denses de se séparer et de s'écouler au fond du bol.

Les globules de caoutchouc viennent se déposer sur les parois du bol et le mouvement de celui-ci traite à nouveau le liquide appauvri et continue la séparation commencée dans le distributeur. Un siphon permet de ne faire écouler le sérum que lorsqu'il est entièrement exempt de caoutchouc. L'écoulement du latex dans l'appareil s'établit par régime au moyen d'un flotteur, tout comme dans les turbines destinées à traiter les laits de provenance animale.

Les dessins ci-joints annexés montrent deux dispositions différentes de mouvements, soit par manivelle *(fig. 2)*, soit par rouet *(fig. 3)*, La seconde disposition a pour but de rendre l'appareil transportable à dos d'homme.

Dès le mois de février, à notre arrivée à Seguiri, nous transmettions au gouverneur le résultat satisfaisant de nos expériences.

Au mois de mars, M. Biffen, de Cambridge, publiait les résultats qu'il avait obtenus au Brésil avec un appareil du même type (dit centrifugeur). Les résultats qu'il déclare avoir obtenus concordent avec ceux réalisés par nous au Soudan.

M. Dybowski a bien voulu se charger de nous procurer du latex; nous répéterons l'expérience dès que nous serons en possession de la matière.

Le latex du Saba, turbiné dans les mêmes conditions que celui de la Gohine, ne nous a donné aucun résultat. Il y a peut-être là un moyen pratique de reconnaître si telle ou telle essence fournissant du latex peut donner du caoutchouc.

Enfin, il est nécessaire de débarrasser le caoutchouc coagulé de tout le sérum qu'il tient emprisonné. Indépendamment des causes de décomposition qu'entraîne la présence de ce liquide, il y a un avantage non moins considérable, qui est celui résultant du transport. L'on sait que la charge portée par un homme ne dépasse pas 25 à 30 *kg*. Si l'on compte les frais de porteurs à 1 *f* par homme et par jour, on arrive à grever, au bout d'un mois, chaque charge de 1 *f* par kilogramme. Or, il n'est pas rare de faire quarante-cinq à soixante jours de marche avant d'atteindre le point d'embarquement. Il y a donc intérêt, au point de vue économique, à réduire la matière à son minimum de poids utile. De là l'utilité de presser le caoutchouc dès qu'il est coagulé. En outre, par ce procédé, la matière ne peut que gagner en qualité, la compression étant un moyen employé dans la fabrication pour augmenter le nerf et la qualité du caoutchouc.

Nous avons donc cru devoir étudier un vérin hydraulique, dont dessin ci-joint *(fig. 4)*, qui, sous un faible poids, permet d'obtenir une grande puissance. (Ce vérin, avec 4 à 5 *l* d'eau, permet d'obtenir une force de 20 *t*.)

Il y aurait un grand avantage, à tous égards, d'introduire l'usage de cet outil dans les centres exploités par les Européens. Dans ces endroits, le caouchouc se récolte sous leur direction et dans des régions relativement peu éloignées des marchés importants.

L'outillage décrit dans ce rapport est d'un faible poids, transportable à dos d'homme, mulet, âne, etc.; il rendrait de véritables services, tout en permettant d'obtenir une qualité atteignant les cours les plus élevés.

Dans les chemins où une voiture de la plus faible dimension peut circuler, il serait possible de faire traîner par un âne un véhicule portant ensemble ces diverses machines.

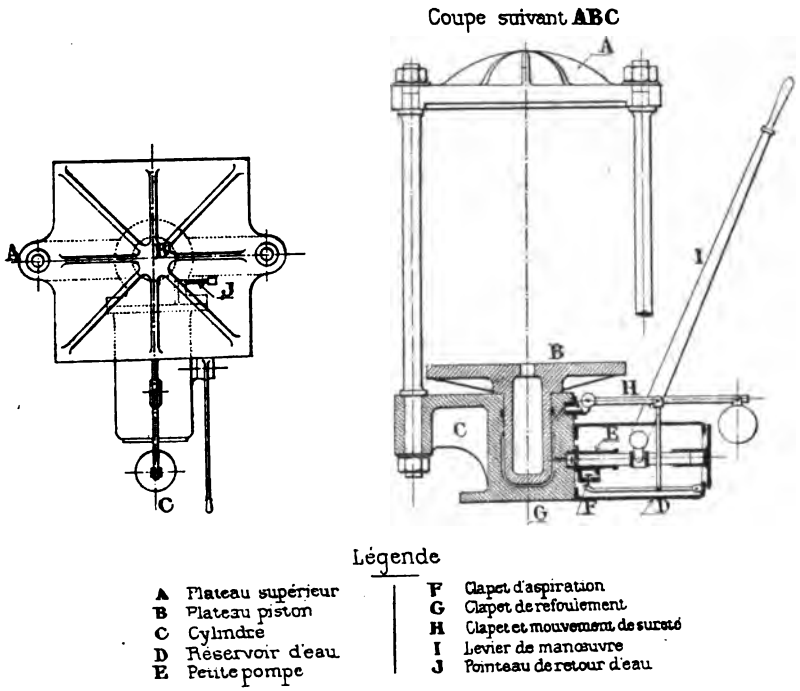


FIG. 4.

En résumé, si l'on classe les produits obtenus par ces divers procédés :

Le procédé mécanique fournit de beaucoup des résultats supérieurs à tous les autres.

Puis viennent les produits obtenus par la chaleur.

Ensuite ceux obtenus avec les réactifs chimiques importés d'Europe.

Enfin les produits obtenus par coagulants indigènes.

Il y a lieu, pour compléter cette étude, de jeter un coup d'œil sur la culture et les moyens de propagation de la liane gohine.

1° Mesures les plus simples et les plus judicieuses à prendre pour en régulariser l'exploitation.

2° Outillage et machines nécessaires à la récolte.

La gohine pousse dans les terrains les plus arides du Soudan; là où les ardeurs du soleil et les ravages des termites ont détruit la végétation, la gohine étale sa croissance robuste, tantôt se ramassant sur elle-même, sous forme d'arbuste, quand l'aridité du sol ne permet pas aux autres essences d'y vivre; tantôt, au contraire, enserrant de ses lianes multiples les arbres qui lui servent de tuteur. C'est bien la ronce de l'Afrique centrale, apportant à ces terrains incultes une richesse comparable à celle que fait naître le pin dans nos Landes.

Il n'a jamais été fait de défrichement pour cultiver la gohine, qui pousse à l'état complètement sauvage, et je ne crois pas qu'il soit utile d'en faire.

La seule précaution à prendre est de faire débrousser à 3 ou 4 *m* autour des lianes pour les soustraire aux atteintes des feux de brousse.

Les feux de brousse, au Soudan, sont une des grandes causes de destruction des lianes, bien plus que l'arrachage, que nous avons rarement constaté. Aussi l'imposition du débroussage tout autour des centres de production de gohine est-il indispensable.

C'est là une opération peu coûteuse, que le gouvernement doit réclamer des chefs de villages, et qui est parfaitement en rapport avec ce que l'on doit exiger des indigènes.

Pour la multiplication de l'espèce, deux moyens pratiques sont à la disposition des indigènes :

1° Semis.

Les semis permettraient de faire une sélection parmi les sortes les meilleures et les sujets les plus robustes. Il n'y a pas lieu, pour l'instant, d'appliquer ce procédé, sauf toutefois dans les jardins coloniaux. Le caoutchouc ne pourra être exploité en plantation par semis qu'après que l'influence européenne se fera fortement sentir et que la métropole aura des agents en nombre suffisant pour surveiller et diriger les plantations.

2° Boutures.

A notre avis, les boutures faites sur place, au moment des pluies, dans des endroits où la liane croît déjà en abondance,

offriraient un moyen beaucoup plus sûr et plus rapide de propagation de l'espèce.

Il serait très facile d'obtenir que des emplacements désignés d'avance, soit par les fonctionnaires ou officiers sillonnant le pays, ou bien par des agents de culture, soient plantés en boutures au moment des pluies. Le bouturage, ne demandant aucun défrichement du sol, offrirait plus de chance de réussite que les semis, qui demandent à être conduits avec beaucoup plus de tact.

Enfin, il y aurait lieu d'étêter les lianes et de les tailler, en quelque sorte, pour donner plus de vigueur au tronc ou aux principales branches. On utiliserait les rameaux taillés pour en extraire le latex.

Les rameaux tombant de l'arbre par la taille, ou même les arbres, soit malades, soit devant être arrachés, sont une source de matières premières que l'on peut utiliser. Il suffit de décortiquer les rameaux, prendre les écorces et les traiter dans un autoclave avec une dissolution de soude chauffée sous pression; la soude désagrège la cellulose, la paracellulose et la vasculose, le caoutchouc contenu dans les vaisseaux laticifères de l'écorce est inattaqué et se coagule par la chaleur; il n'y a plus qu'à l'épurer par le cylindrage et à le presser. Cette méthode constituerait un véritable procédé d'exploitation de beaucoup plus rationnel que celui employé actuellement.

La quantité de lianes qui croît ou pourrait croître à l'hectare est assez difficile à déterminer. Nous avons compté sur certains plateaux jusqu'à quarante lianes de fortes dimensions dans une superficie d'environ 1 *ha.*

M. Chevalier, chargé de la partie botanique, en signale jusqu'à cent dix et même cinq cents.

Ce que l'on peut affirmer, c'est qu'il serait très facile d'en augmenter le nombre dans des proportions très considérables.

Exploitation.

Pour l'exploitation, il est nécessaire d'entretenir les lianes dans le meilleur état. Pour cela, il serait utile de procéder à un débroussaillement, tant pour en fortifier la croissance que pour les préserver des feux de brousse, qui les endommagent fortement quand ils ne les font pas périr..

Les indigènes saignent les lianes depuis décembre jusqu'en juin ; ils le font sans ordre ni méthode, l'un venant après l'autre, de sorte qu'au mois de mai l'arbre est couvert de cicatrices et se trouve affaibli par ces saignées incessantes. Il serait de toute nécessité de réglementer la récolte tout comme ici l'on opère pour la chasse ou la pêche. La saignée des lianes s'opérerait d'une façon régulière et à intervalles tels que la plante ait le temps de réparer ses déperditions.

En Colombie, l'on saigne les arbres à caoutchouc au commencement de chaque lune ; les indigènes ont remarqué que l'arbre ne souffre nullement de ces saignées.

A notre avis, la récolte de caoutchouc, commencée en décembre, devrait s'arrêter en mai.

Les entailles de saignées ne doivent jamais atteindre le bois, seule l'écorce qui porte les vaisseaux latécifères doit être sectionnée et cela dans l'intérêt du produit à obtenir.

Les noirs observent bien cette précaution ; ils saignent les lianes comme il convient.

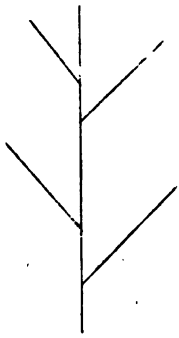


Fig. 5.

L'entaille, d'après M. Chevalier, doit être circulaire et non en forme de V. Le commandant de Lartigue préconise une entaille présentant un canal central où vient se déverser le produit d'entailles latérales qui actionnent la majeure partie des canaux latécifères *(fig. 5)*.

A la naissance de ce canal central, on pourrait disposer une sorte de godet, comme ceux employés pour la récolte de la résine, recueillant le latex qui s'écoule.

Enfin, d'après le commandant de Lartigue, certaines lianes à l'état adulte donneraient de 10 à 12 *l* de latex, soit 3 *kg* à 3,5 *kg* de caoutchouc.

La récolte ne commencerait qu'après la septième année.

L'outillage pour la récolte laisse à désirer.

Les callebasses dont se servent les noirs sont beaucoup trop petites. Comme ils font plusieurs entailles à la fois, le latex s'écoule en grande partie sur le sol et se trouve perdu.

Il y aurait lieu de recevoir le latex dans des vases plats en tôle émaillée, recevant tout ce qui s'écoule des arbres, et de rassembler dans un vase unique tout le latex récolté par une même équipe. On pourrait ainsi traiter plus facilement le latex et obtenir des produits homogènes.

Serait-il avantageux d'introduire des espèces nouvelles au Soudan ?

La seule espèce, croyons-nous, qui pourrait croître à côté de la gohine est le *Céara* ou *Manihot glaziowie*. Cet arbre demande un terrain sec et paraît bien croître au Sénégal et au Soudan. Nous en avons vu de fort beaux spécimens à Thiais, à Kaedi et à Kouroussa.

Disons que, jusqu'ici, on s'est borné pour ainsi dire à une véritable culture en pots de fleurs.

Des expériences tentées beaucoup plus en grand diront si les résultats obtenus valent la peine de préconiser cette essence qui, dès la sixième année, donne, en Amérique, un rendement de 0,500 *kg* de caoutchouc pour chaque arbre.

En tout cas, la liane gohine, suffisamment multipliée, peut assurer au Soudan et à toutes nos possessions de l'Afrique centrale une des premières places sur les marchés de caoutchouc.

Les rapports signalent ce caoutchouc toujours de même essence, depuis Kouroussa, Dinguiray, Odienné, d'une part, jusqu'à Kong, Seguela, Bobo, Dioulasso, d'autre part. C'est lui qui alimente en partie les exportations de Sierra-Leone, de Konakry, Saint-Louis et du Dahomey.

La production du Soudan qui était, en 1895, de .	2 217 *f*
a monté, en 1898, à	322 586
Pour 1899, on estime à plus de 400 000 *kg*, soit .	1 600 000

la quantité exportée par Saint-Louis.

On voit par cette progression, qui est celle et du Sénégal et de la Guinée, que les colonies françaises de l'Afrique centrale peuvent rivaliser avec celles de nos voisins et que les capitaux y trouveront les mêmes sources de gain et de profit.

III

TRAITEMENT

DES

ÉCORCES SÈCHES DES PLANTES CAOUTCHOUCTIFÈRES

POUR EN EXTRAIRE LE CAOUTCHOUC

On sait que dans un grand nombre de lianes ou arbres donnant le caoutchouc, les vaisseaux lacticifères se trouvent placés dans la partie adjacente au liber. La partie extérieure de l'écorce est presque totalement composée de matière subéreuse ayant cessé de vivre et ne renfermant que peu ou pas de vaisseaux lacticifères.

Si, pour une raison quelconque, soit accidentelle, soit naturelle, on vient à enlever cette écorce et qu'on la traite au moment où elle est sèche, on verra que le caoutchouc coagulé se retrouve dans l'écorce, disposé comme il vient d'être dit précédemment.

D'autre part, si l'on recherche quelle est en poids la teneur totale du caoutchouc, on voit que ce poids varie de 3 à 6 0/0 en caoutchouc et 97 à 94 0/0 de parties subéreuses, etc., etc.

Parmi les plantes à caoutchouc rentrant dans cette catégorie, nous citerons :

1° Le *Gidroa,* plante qui croît, à Madagascar, dans le Boueni, et le *Menabe* dont l'écorce se détache par écailles renfermant une très grande quantité de latex;

2° Les *Wuillughbea,* de Java, Celèbes, Indo-Chine.

C'est sur l'une de ces espèces envoyées de Singapour que nous avons opéré nos recherches.

La quantité de caoutchouc que nous avons tiré (30 à 50 *kg* par tonne), permet de faire une exploitation fructueuse.

Les méthodes que nous proposons sont de deux natures différentes :

1° Par voie sèche;
2° Par voie humide.

Méthode dite de voie sèche.

Si l'on pilonne les écorces brutes, le caoutchouc coagulé dans les vaisseaux lacticifères se pelotonne et se rassemble par paquets, en même temps que la matière subéreuse se désagrège et tombe en poussière. Cette opération peut être faite à main d'homme ou mécaniquement. On sait que les noirs se servent de pilons pour préparer leur nourriture dite couscous; il n'y aurait qu'à leur faire connaître ce procédé pour enrichir les écorces et les débarrasser de la majeure partie de la matière ligneuse.

Industriellement, il est nécessaire d'agir comme il suit :

Écraser les écorces sous des meules verticales tournant autour d'un axe horizontal, appareil déjà connu dans l'industrie. Deux meules, jumellées sur un même axe horizontal, décrivent un cercle autour d'un axe vertical. Elles se meuvent dans un chemin circulaire en fonte, en même temps que des raclettes ramènent continuellement la matière sous les meules.

On obtient déjà sur ce chemin de forts paquets de caoutchouc; la matière étant amenée à un état suffisant d'écrasement, on la blutte pour la débarrasser de la folle poussière et on la soumet à l'action d'une batterie de pilons mécaniques qui finissent d'enrichir suffisamment la masse pour qu'elle puisse être soumise à l'action du déchiquetage.

Avant de faire passer le produit de l'opération au déchiquetage, il est nécessaire de lui faire subir un traitement qui désagrège la cellulose restante et permette une séparation totale du caoutchouc et de la gangue ligneuse.

A cet effet, l'écorce riche est soumise à l'action d'une lessive de soude du 10° au 20°, et portée à une pression de 2 1/2 *atm*, soit 140° centigrades, durant deux heures. Cette opération a pour but d'attaquer la vasculose et les tannoïdes contenus dans l'écorce, de désagréger la cellulose, qui, gonflée et amollie, se sépare sans effort du caoutchouc, durant le déchiquetage, et s'écoule sous forme de véritable boue avec les eaux de lavage.

Traitement par voie humide.

Dans ce traitement, il n'est pas fait de pilonnage même si l'écorce n'est pas très riche et si la partie subéreuse est très considérable.

Les écorces sont soumises directement à l'action d'une lessive de soude sous pression et laissées en autoclave durant plusieurs heures (deux à quatre heures). On retire alors le magma, composé comme il a été dit plus haut, et on le soumet à l'action des meules. Le caoutchouc s'agglomère rapidement; la cellulose désagrégée se sépare et un faible courant d'eau vient activer l'opération. La masse, contenant le caoutchouc, est mise dans des cuves de lavage ou même traitée dans un turbulent où la séparation du caoutchouc et des boues ligneuses se fait rapidement.

En dernier ressort, le caoutchouc est traité dans des déchiqueteurs et mis en bandes.

Cette seconde méthode semble donner un rendement de 1 0/0 en plus; en outre, elle donne une production plus rapide et permet de traiter en un même temps des quantités considérables de matières.

CONGRÈS DES INGÉNIEURS ITALIENS

BOLOGNE, 1899

RAPPORT PRÉSENTÉ

PAR

M. C. CANOVETTI

DÉLÉGUÉ DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Le Congrès triennal des Ingénieurs italiens s'est tenu, à Bologne, du 1er au 8 octobre 1899. Les prochains auront lieu à Cagliari et à Milan. Ce dernier doit coïncider avec l'ouverture du tunnel du Simplon, et nous espérons y voir un grand nombre d'Ingénieurs français. A Bologne, un seul faisait partie du Congrès, notre Collègue Henri Chevalier, qui nous a apporté les compliments de la Société des Ingénieurs Civils de France.

Les séances de ce Congrès portèrent sur des questions générales et d'intérêt professionnel. Les discussions furent coupées par des visites intéressantes dans les environs; il y eut, notamment, un voyage collectif à Ravenne, pour admirer les monuments de l'époque byzantine, et une tournée de plusieurs jours à travers les desséchements de la province de Ferrare. Ces travaux, présentant un grand intérêt au point de vue ingénieur, nous allons tâcher d'en donner brièvement une idée exacte.

De Ravenne à Adria, le sol, formé par les alluvions du Pô et des autres fleuves, reste bas, soumis à des inondations fréquentes, car ces terrains n'offrent pas de facilités à l'écoulement des eaux et, de plus, ils s'abaissent lentement chaque siècle, soit par suite d'affaissement géologique, soit à cause de la disparition des matières organiques. Les lagunes qui se forment d'abord sont exploitées pour la pêche, puis elles finissent par devenir des mares où l'on recueille seulement des herbes aquatiques, les points bas servant de déversoirs aux eaux de pluie qui, dans les années pluvieuses, submergent les terrains cultivés qui les bordent.

Séparer par des digues le domaine de la lagune de celui de la terre cultivable, entourer une surface plus ou moins étendue, mais contenant toujours plusieurs milliers d'hectares en formant des syndicats de propriétaires, creuser des canaux dont la capacité va en augmentant jusqu'au point le plus bas, rejeter alors les eaux dans des canaux plus élevés qui les portent à la lagune, telle a été l'œuvre puissante des dernières années.

Nous avons visité deux des nombreux établissements situés au bord de la lagune, celui de Marozzo et, à peu de distance, celui de Codigoro, qui déversent leurs eaux dans une branche du Pô, dite de Volano. Cette branche était autrefois le cours principal du Pô, qui passait par Ferrare et qui était très actif, servant même à la navigation jusqu'en 1162, où une inondation rompit la digue gauche et créa une nouvelle branche vers le nord passant près d'Adria, branche qui fut appelée Pô de Venise. Son cours était alors moins long que celui du Pô de Volano, mais il ne tarda pas à s'approfondir sur ses anciennes alluvions et à former ce delta bizarre qui éloigne de plus en plus la mer de la ville d'Adria, qui jadis lui avait donné son nom « Adriatique ».

Toutes ces branches du Pô et leurs affluents courent sur leurs anciennes alluvions, encaissés ou soutenus par des berges. A mesure que leur cours s'allonge, leur lit se hausse, tandis que le terrain environnant paraît s'abaisser. En se défendant des inondations, on se prive des limons qui auraient exhaussé les terres, de telle sorte que ces terres ne peuvent plus déverser leurs eaux dans le fleuve. Il faut alors créer une série de canaux parallèles aux cours d'eaux et assez longs pour que la différence de pente permette de les y déverser quand le cours d'eau n'est pas en crue, ou bien il faut avoir recours aux machines à vapeur. Leur adoption a permis le desséchement même des terrains, encore il y a peu de temps submergés par la mer, qui les envahirait de nouveau si l'on cessait d'épuiser, ou l'eau de pluie les transformerait en marais. C'est un problème analogue à celui des Polders de Hollande, sauf que les marées de l'Adriatique n'ont que de faibles oscillations comparées à celles de l'Océan.

Ce qui nous a le plus frappés a été un desséchement sur les propriétés de la « Banque d'Italie »; nous y sommes arrivés un matin, au milieu du brouillard, et jamais nous ne pourrons oublier l'aimable accueil qui nous a été fait par M. l'Ingénieur Conti et M. l'Aministrateur le marquis de Bagno. Sur ces terrains plus bas que le niveau de la mer, dans un sol imprégné de sel, tout

était à créer et tout a été créé comme par enchantement et suivant tous les perfectionnements modernes.

Des puits artésiens fournissent une eau potable à des villages réguliers et propres, les champs sont labourés avec les outils les plus perfectionnés tirés par huit paires de bœufs, et dans une seule matinée nous avons compté cent vingt de ces attelages, qui forment un contraste saisissant avec le paysage environnant complètement dénudé, puisque les arbres ne peuvent pas encore y pousser. Sur ces terres riches en matière organique, les récoltes sont superbes, mais elles sont rongées par les rats contre lesquels, paraît-il, ont été impuissants même les virus.

Mais avoir, dans ces dernières vingt-cinq années, assuré l'écoulement des eaux et rendu à l'agriculture plus de 75 000 *ha*, n'est pas toute l'œuvre accomplie. Le côté le plus caractéristique a été la lutte contre le surhaussement des torrents et des fleuves dû à l'allongement de leur parcours, lutte qui date de 1162 et qui vient justement d'être achevée cette année. C'est, en effet, le 25 février 1899 que l'on a pu enfin faire écouler les eaux par le canal souterrain ordonné et achevé sous le règne de Napoléon Ier, assurant l'asséchement de 75 000 *ha* environ.

Pour se rendre compte comment, depuis des siècles, des terres jadis fertiles avaient pu rester sans écoulement, il faut se rappeler que ces terrains sont compris entre deux affluents du Pô, la Secchia, le Panaro et le Pô lui-même, au nord de ce triangle.

En 1162, le Pô, après avoir reçu le Panaro, coulait vers Ferrare où il se partageait en deux branches, le Pô de Volano, qui servait à la navigation, et le Pô de Primaro, qui descendait vers le sud. Cette année-là, il se produisit une rupture des digues qui ont toujours contenu les crues du Pô, et une nouvelle branche se forma, dirigée au nord vers Adria, qui fut appelée Pô de Venise. Malgré tous les efforts, et peut-être même à cause d'eux, cette branche, qui était alors plus courte, alla s'approfondissant, tandis que celle de Ferrare s'ensablait par les apports du Panaro et du Reno qu'on eut la malheureuse idée d'y faire déboucher en 1522 (en 1770 on le fit déboucher dans le cours abandonné du Pô de Primaro), de sorte qu'à la fin du siècle, non seulement toute communication entre le Pô de Venise, devenu le principal, et le Pô de Ferrare était interceptée, mais le Panaro lui-même, après avoir remblayé 5 *km* de talweg du Pô, allait, malgré tous les obstacles, déboucher dans le Pô de Venise.

Les terrains en question s'écoulaient dans le Panaro, près de

son embouchure, à Bondeno, à la cote 3,20 *m* qui était devenue 5,34 *m* en 1769 et qui se retrouve aujourd'hui 6,65 *m*, tandis que les terres sont à la cote 7 *m* environ. On voit combien leur écoulement dans le Panaro était difficile et arrêté forcément par des écluses tout le temps des crues du Panaro, qui devaient être, comme celles du Pô, contenues par des digues élevées. Ces berges constituent la physionomie spéciale de ces régions dont les cours d'eau sont plus hauts que les terrains, tandis que les crêtes des digues s'élèvent au-dessus du toit des maisons de Bondeno.

Napoléon Ier ordonna et fit exécuter, de 1811 à 1813, un canal sous le torrent Panaro, précisément à Bondeno, en encaissant dans le terrain les canaux d'écoulement en amont et en aval, ce qui rend cette œuvre unique si intéressante. Mais elle resta inutilisée près d'un siècle, car il fallait creuser les canaux et on était à 18 *km* de Ferrare, d'où le Pô de Volano, dans lequel débouchait le canal, courait sur 86 *km* de parcours sinueux qu'il a fallu rectifier et améliorer en le réduisant à 68 *km* environ.

Le débit du canal est de 50 *m* environ, à l'établissement élévatoire de Codigoro, prévu pour élever 30 m^3 par seconde; mais pour mieux assurer le tirant d'eau de Ferrare à la mer, le gouvernement, qui a exécuté cette partie du travail, a fait élever trois écluses.

Sur 183 *km* de canaux, 104 ont été faits par les intéressés avec le concours du gouvernement. On a remué environ 11 millions de mètres cubes de terre et l'on a dépensé 20 millions; mais depuis l'établissement du sous-canal napoléonien jusqu'à son utilisation, on calcule que les dommages causés par les inondations, capitalisés à 3 0/0, ont causé une perte de 250 millions. Ces chiffres montrent l'ampleur et l'intérêt de ces travaux.

Le Gérant, Secrétaire administratif,
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 3490-2-00. — (Encre [illegible])

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

MARS 1900

Deuxième Quinzaine

N° 5

CHRONIQUE

N° 243 B.

SOMMAIRE. — Le canal du Rhin à l'Elbe et l'industrie allemande. — Opérations récentes de sauvetage maritime *(suite et fin)*. — Les navires brise-glaces dans les expéditions polaires. — Incombustibilité des constructions en Russie.

Le canal du Rhin à l'Elbe et l'industrie allemande. — Nous donnons ci-dessous le résumé d'un important article paru sous le titre qui précède dans l'*Iron and Coal Trades Review*.

On sait que le gouvernement allemand a étudié divers projets pour l'amélioration des transports par canaux dans l'intérieur de l'Empire, dans le but de mettre à la disposition des producteurs de houille et de fer un système de voies de communication qui ne peut manquer de favoriser considérablement l'industrie allemande, en facilitant l'exportation de ces produits et en leur permettant de lutter avec les charbons anglais sur les marchés du continent.

Le canal de Dortmund à l'Ems a été inauguré par l'Empereur il y a quelques mois. Des bateaux avec 600 et 700 *tx* de chargement peuvent maintenant aller de la mer du Nord à Dortmund et *vice versa*. Les faci-

lités données par cette voie de navigation ont une énorme importance pour les industries métallurgiques des environs de Dortmund.

On avait cru d'abord que ce canal serait d'une grande utilité pour le transport des charbons et cokes de la Westphalie à Emden et au delà, mais ces houillères sont assez loin du canal et le charbon qu'elles produisent est d'une qualité qui ne permet pas les manutentions répétées.

Quant à la métallurgie, il est certain qu'on commence à amener à Dortmund de grandes quantités de minerais étrangers qui, autrefois, passaient par les ports hollandais, et les statistiques officielles estiment le trafic qui en résulte à 250 000 à 300 000 *t* par an.

Une nombreuse flottille de bateaux de transport de 600 à 700 *t* a été organisée par une Société westphalienne pour le trafic du canal. L'avenir montrera si cette voie est appelée à détourner des chemins de fer, le transport du charbon vers Hambourg en présence des tarifs de l'État prussien qui soulèvent depuis longtemps les justes réclamations des propriétaires de houilles de Westphalie.

En plus de ce canal aujourd'hui ouvert, il y a un projet de canal du Rhin à l'Elbe. Dans l'exposé qui accompagne le projet de loi actuellement soumis au Parlement prussien pour l'exécution de ce canal, on relève les détails suivants :

A. — *Canal de Dortmund au Rhin.* — 1° Un canal partant du voisinage de Herne, sur le canal de Dortmund à l'Ems, pour rejoindre le Rhin aux environs de Laar ; 2° un canal d'alimentation partant de Hohensyburg, sur la Ruhr, avec machines élévatoires à Munster.

B. — *Amélioration du canal de Dortmund à l'Ems.* — 1° Un jeu d'élévateurs à Henrichenburg ; 2° des écluses à Munster.

C. — *Grand canal central.* — 1° Canal de Bevergern, par Münden, Hanovre, Neuhaldensleben, rejoignant l'Elbe dans le voisinage de Heinrichsberg ; 2° canal d'alimentation partant de Rinteln, sur le Weser, et de Coldingen, sur la Leine, pour aboutir au grand canal ; 3° canaux d'embranchement rejoignant Osnabruck, le Weser, près de Münden, Linden, sur la Leine, Wulfel, Hildesheim, Lehrte, Peine et Magdebourg.

D. — *Construction d'écluses sur le Weser, de Hameln à Brême.*

L'objet principal du canal de Dortmund au Rhin est de mettre les vastes districts industriels des Provinces rhénanes en communication, d'une part avec le Rhin et de l'autre avec le canal de Dortmund à l'Ems, par une voie de navigation et aussi de faciliter les échanges entre les industries du Rhin et de la Westphalie et celles des provinces situées à l'est de l'Elbe. Le tracé le plus direct pour cette nouvelle voie passe par la vallée de l'Ems. D'après le projet de loi, le canal aurait 38,5 *km* de longueur et partirait de Herne, à 2 *km* à l'est du terminus actuel du canal de Dortmund à l'Ems et descendrait la vallée de l'Ems.

Le Canal Central établirait une communication entre la partie moyenne du canal de Dortmund à l'Ems, qui a environ 100 *km* de longueur, et la partie moyenne du cours du Weser et de l'Elbe.

La construction de ce canal ne présente pas de difficultés. La situa-

tion du tracé est favorable et il y a abondance d'eau. En outre, le canal rejoint les fleuves à des endroits qui se prêtent à l'établissement de ports et à proximité de villes industrielles. *(A suivre.)*

Opérations récentes de sauvetage maritime *(suite et fin)*. — Il est probable que l'exemple le plus remarquable du degré de perfectionnement qu'ont atteint actuellement les méthodes de mise à sec des navires est donné par la réparation des avaries du vapeur de la Compagnie Péninsulaire et Orientale *China*, entreprise par MM. Harland et Wolff, de Belfast. Le relèvement de ce navire, échoué depuis près de cinq mois sur les rochers de l'île de Perim, dans la mer Rouge. constitue déjà une opération qui mérite quelques explications.

Le *China*, navire de 150 *m* de longueur et 16,30 *m* de largeur avec 7 900 *tx* de jauge brute, échoua en mars 1898 sur un rocher qui fit un trou énorme dans ses doubles fonds. Lorsque le matériel de sauvetage arriva sur les lieux, on reconnut la nécessité de faire sauter le rocher par le moyen de mines sous-marines avant qu'on pût rien tenter pour boucher les trous de la coque.

Un mauvais temps persistant rendit ces opérations très difficiles et plusieurs mois se passèrent avant qu'on eût pu, malgré un travail assidu, arriver à boucher les voies d'eau des fonds du navire. Enfin, vers le milieu de septembre, les pompes des navires de sauvetage, d'une puissance collective de 14 000 m^3 à l'heure, commencèrent à fonctionner et on put faire flotter le navire et le ramener en Angleterre.

Une difficulté se présentait tout d'abord, celle de placer le navire dans une forme sèche, à cause de l'état de ses fonds tordus et disloqués dans une forte partie de la coque. On décida de faire reposer le poids de la portion avant sur des pièces de bois de près de 0,50 *m* d'équarrissage traversant horizontalement la coque d'un bord à l'autre. A cet effet, on pratiqua dans celle-ci des ouvertures de dimensions suffisantes, on y passa seize de ces pièces de bois dont les extrémités reposaient sur d'autres pièces verticales de 0,40 à 0,45 *m* de côté portées elles-mêmes sur des semelles posées au fond de la forme. La coque était, de plus, maintenu par quantité d'autres pièces de bois venant en aide aux précédentes.

Lorsque le *China* se trouva à sec dans la forme, on constata que l'avarie était d'une nature toute particulière. Le fond avait été entièrement déformé, sauf une longueur de 66 *m* à partir de l'arrière, et la quille était cintrée sur 60 *m* de longueur avec une flèche allant jusqu'à 2,80 *m* et même 3 *m*. Les tôles étaient renfoncées et découpées d'une manière très curieuse. De plus, le dommage n'était pas confiné à la partie avant, il y avait un assez grand nombre de tôles déchirées jusqu'à près de 30 *m* de l'arrière.

Le succès d'une société de sauvetage de Hambourg dans le renflouage du paquebot américain *Paris*, échoué sur les rochers des Monades, après que les maisons anglaises eurent abandonné les opérations, a donné lieu à beaucoup de commentaires. Les Anglais s'étaient, du reste, bornés à essayer de retirer le navire de sa position à l'aide de remorqueurs aidant l'effort des machines du paquebot.

Le *Paris* se mit à la côte le 21 mai et le matériel de la Société allemande n'entra en scène que le 7 juin. On employa trente-deux jours à faire les opérations nécessaires pour faire sauter les rochers qui maintenaient le navire immobile. L'inspection sous-marine faite par des plongeurs fit reconnaître que des pointes de granit avaient fait dans la coque un trou de $3{,}50 \times 4{,}80$ *m*, par lequel le rocher pénétrait dans l'enveloppe extérieure sous les première et seconde chaufferies. Le travail des plongeurs fut considérablement gêné par la présence d'herbes marines très touffues et dont la hauteur atteignait 3 *m*; il fallut les enlever préalablement. Lorsqu'on eut dégagé le navire, on l'amena à un endroit ou la haute mer le fit flotter. On voit que la méthode employée par les Allemands différait essentiellement de celle des Anglais qui voulaient soulever le navire sur place avec des pontons et des sacs, dans lesquels on insufflerait de l'air, placés sous la grille.

Dans les opérations faites par la Société Hambourgeoise, on facilite le dégagement du navire en soulevant l'avant par du lest ajouté à l'arrière et en remplissant d'eau les compartiments de cette partie. La crainte de causer des dommages à la coque fit restreindre l'importance les travaux de mines sous-marines, mais on n'en détacha pas moins plus de 400 m^3 de rocher; à mesure qu'on faisait sauter des morceaux, on les amarrait avec des cordes et on les écartait de la coque.

Les plus grandes difficultés se présentèrent à la fin lorsque le paquebot ne tenait plus que par une pointe de rocher; il avait été rempli d'eau sur toute sa hauteur à l'arrière, comme on l'a expliqué, pour que l'avant put se relever et comme on ne pouvait se servir des pompes du navire pour l'épuiser, on dut pratiquer des ouvertures dans les flancs pour qu'un puissant bateau-pompe pût l'accoster et épuiser l'eau des compartiments arrière. A ce moment, le navire se relevant, l'eau intérieure se précipita dans les compartiments des machines et chaudières et les noya. A peine les avait-on épuisés qu'un coup de vent des plus violents survint; pour empêcher qu'il ne poussât davantage le navire sur les rochers, on dut mouiller des ancres de l'avant et de l'arrière sur les deux bords et en raidir les chaînes avec les treuils à vapeur du navire. Comme pendant ce coup de vent, le *Paris* avait fait beaucoup d'eau, on dut l'épuiser de nouveau et faire des travaux considérables d'étanchement. On a employé, à cet effet, des boucliers en bois garnis sur les bords de toile et de caoutchouc. Certains de ces boucliers étaient aussi grands que des portes de maisons.

Parmi les opérations de même nature mais de moindre importance, il serait injuste de passer sous silence les méthodes ingénieuses employées pour remettre à flot le paquebot de la ligne Warren, le *Norseman*, échoué en mars 1899 près de Marblehead (Mass.). Une inspection préliminaire fit voir que l'avant de la coque présentait un trou de 1,20 *m* de côté. On ferma les panneaux du pont inférieur, on les calfata et on les fixa par des époutilles appuyées contre le pont supérieur.

L'eau remplissait la cale jusqu'au pont inférieur. On mit ensuite en jeu des pompes débitant chacune 10 000 *l* par minute puisant l'eau dans la cale; l'eau de la mer arrivant avec une grande vitesse dans l'intérieur de la coque contribuait à faire flotter le navire. L'ouverture dont

nous avons parlé était située à bâbord à 7,50 *m* de l'étrave. Il y avait d'autres trous dans les fonds allant juusqu'à la chambre des machines, mais ils étaient peu importants et avaient pu être bouchés avec de la toile et des planches.

Il est certain, quoique le fait ne soit pas généralement connu, que les appareils les plus perfectionnés par le renflouage des navires se trouvent sur les grands lacs d'Amérique. Ces appareils sont faits pour opérer avec une grande rapidité. Leur raison d'être a été bien démontrée lorsque le *Douglass Houghton*, un des plus grands *cargo-carriers* des lacs, coula dans la rivière Sainte-Marie en septembre 1899. Comme le navire submergé bloquait complètement la seule voie navigable entre les lacs Huron et Supérieur, tout le trafic des hauts lacs se trouvait de fait interrompu.

On fit sauter à la dynamite une partie des roches calcaires sur lesquelles l'avant était échoué; on transféra une partie de la cargaison formée de minerai de fer sur des allèges, parce que le peu de profondeur de l'eau ne permettait pas de la jeter purement et simplement pardessus bord. L'activité déployée dans le travail tant au-dessous de l'eau qu'au-dessus se manifeste par ce fait que bien que le trou fait dans la coque du *Houghton* eût 0,61 $\times$ 2,10 *m*, trente-six heures après que le navire eût coulé on avait pu vider entièrement sa cale après bouchage de l'ouverture, au moyen de ses propres pompes et se remettre à flot.

Les navires brise-glaces dans les expéditions polaires. — M. Edwin Swift Balch donne dans le *Journal of the Franklin Institute* un intéressant article sur l'emploi des navires brise-glaces dans les expéditions polaires.

Si on considère les expéditions dans les régions polaires au point de vue des navires employés, on peut les diviser en trois périodes. La première a duré près de quatre siècles, depuis le grand voyage du Hollandais Willem Barentz en 1596 jusqu'à la construction du *Fram*. Pendant cette période, les navires n'avaient aucune défense contre les glaces polaires et, une fois qu'ils étaient pris dans ces glaces, ils perdaient toute faculté de locomotion, même après l'avènement du moteur à vapeur. Ils pouvaient être soulevés ou écrasés suivant les mouvements de la glace et sans que l'équipage pût tenter aucune manœuvre pour s'y opposer. Il est assez curieux qu'alors personne ne paraisse avoir songé à créer des modèles spéciaux de navires en vue des expéditions arctiques. Tout vieux navire paraissait bon pour ce genre d'explorations; tout au plus jugeait-on convenable de lui faire quelques travaux de consolidation. Les navires pour la pêche de la baleine et des phoques qu'on employait généralement, n'étaient pas des plus propres à résister à la pression de la glace, parce que leur objet principal était de pouvoir recevoir le plus d'huile possible dans leur cale. L'expérience indiqua peu à peu qu'on ne saurait faire les navires destinés à ces expéditions trop forts, en vue de résister à la pression des glaces à l'extérieur pendant les mois d'hiver sans compter la rencontre possible des banquises en été.

La seconde période commence et finit avec le voyage du *Fram*. La

construction de ce navire a renversé toutes les notions précédentes sur le sujet et il a été prouvé qu'on pouvait faire un navire ayant assez de résistance pour aborder les glaces flottantes et naviguer en sûreté dans l'Océan Arctique. La coque du *Fram* a été établie avec l'idée de présenter aussi peu de parties vulnérables que possible aux attaques des glacons et d'avoir assez de solidité pour résister aux plus grandes pressions exercées de l'extérieur dans un sens quelconque. A cet effet, les extrémités présentaient des formes obliques qui permettaient à la coque de se soulever sous la pression de la glace.

La troisième période a pour point de départ un discours fait devant la Société géographique Russe par le vice-amiral Makaroff, discours dans lequel il émettait l'idée de tenter l'accès du pôle au moyen de navires brise-glaces. Il réussit à faire exécuter un de ces navires, non pour une expédition polaire, mais pour un objet d'une utilité plus immédiate.

Le *Yermak* fut construit en Angleterre par Armstrong, Whitworth et C^ie^, sur les plans de l'amiral Makaroff. C'est un navire de 92 *m* de longueur et 22 *m* de largeur. Avec 3000 *tx* de charbon à bord, son déplacement atteint 8000 *tx* avec un tirant d'eau de 7,60 *m*. Il a quatre machines actionnant quatre hélices indépendantes, une à l'avant et trois à l'arrière ; chacune développe 2500 *ch*, ce qui fait une puissance totale de 10000 *ch*.

L'avant est incliné à 70° de la verticale, l'arrière à 65° et les côtés à 20°, de sorte que, dans quelle direction que le navire se déplace, il monte sur la glace et la brise par son poids.

Le voyage d'essai de l'*Yermak* a été fait de Newcastle à Saint-Pétersbourg, en hiver, voyage pendant lequel il a tracé sa voie dans 160 milles de glace.

En juin 1899, il a fait, sous le commandement de l'amiral Makaroff, un voyage d'essai dans les glaces polaires, à l'ouest du Spitzberg. Ensuite il est revenu à Newcastle, où on l'a renforcé et enlevé le propulseur de l'avant.

Le 6 août, il est retourné aux champs de glace au nord du Spitsberg, où il a passé deux semaines dans les glaces, ayant fait dans cette période 230 milles en quatre-vingt-sept heures.

On n'a pas tenté d'exploration dans cette course, bien que la réfraction de l'air fît soupçonner l'existence d'une terre au nord-est. On avait seulement pour but de reconnaître la manière dont le navire se comportait sur la glace. Dans les parties où celle-ci était le plus épaisse, l'avancement a été de 2 milles à l'heure ; avec une épaisseur modérée, on a obtenu 2 milles 1/2 et plus. Mais on a reconnu que les conditions étaient si différentes entre la Baltique et l'océan Arctique, qu'il convenait de faire un navire spécial pour ce dernier. L'amiral Makaroff conclut que l'*Yermak* n'est pas trop fort au point de vue de la résistance de la coque, mais que la puissance des machines peut sans inconvénient être considérablement réduite, à 2500 *ch* par exemple. La place gagnée ainsi serait utilisée à loger du combustible et il serait à désirer d'employer autant que possible le combustible liquide.

En somme, la construction de l'*Yermak* apporte une solution pour

ainsi dire inattendue au problème de l'exploration des régions inconnues du voisinage des pôles. Cette solution laisse loin derrière elle les moyens anciens, navires en bois, traîneaux, chiens, etc., en utilisant exclusivement les ressources de l'industrie moderne, l'acier, la vapeur, l'électricité, etc. C'est un changement complet qui ne peut manquer de profiter à la science géographique.

Incombustibilité des constructions en Russie. — Notre Collègue, M. L. Journolleau, veut bien nous communiquer l'intéressante note qui suit.

On sait que le coût de la construction est très élevé en Russie : le prix des charpentes métalliques mises en place est de 3,25 à 3,50 copecks le poud, soit 55 *f* les 100 *kg*, ce qui fait ressortir la sagène carrée (4,55 m^2) à 200 roubles, ou 120 *f* le mètre carré.

La brique vaut 25 à 27 roubles le mille, soit 65 à 70 *f*. Le ciment coûte 5,50 roubles le baril de 10 pouds, soit 90 *f* la tonne; on estime que la sagène carrée couverte en construction en briques revient à 125 roubles, soit 75 *f* le mètre carré.

Quant aux constructions en bois, qui sont de beaucoup les plus nombreuses, elles reviennent, suivant les régions, au tiers ou à la moitié du prix des constructions en briques.

On compte, en pratique, qu'il faut 40 à 45 pieds cubes de bois pour construire une sagène carrée ; le prix d'un pied cube de bois mis en œuvre oscille aux environs d'un rouble, c'est donc à 40 à 45 roubles que revient la sagène carrée couverte, soit 25 à 27 *f* le mètre carré.

Le grand inconvénient du bois est sa combustibilité. Au congrès de navigation fluviale de Saint-Pétersbourg, en parlant du coût de la construction des magasins généraux, le général Jarintroff a donné des renseignements intéressants sur les procédés de silicatisation des bois de construction tels qu'ils se pratiquent en Russie. Actuellement, c'est l'enduit Parman, de Saint-Pétersbourg, qui est le plus répandu. Il est composé de verre soluble avec addition de craie pulvérisée, de tripoli, de terre d'infusoires ou de spath calcaire, suivant les régions. Dans une expérience, un plafond de bois recouvert de trois couches de cette composition a résisté pendant trois quarts d'heure au feu d'un bûcher de 0,70 *m* de hauteur imbibé de 16 *l* de pétrole.

Le procédé au sulfate d'alumine, indiqué par un instituteur rural, donne d'excellents résultats et tend à se répandre dans les campagnes.

Le bois de construction est imbibé d'une solution de sulfate d'alumine, puis on l'imprègne d'une solution de potasse ; il se forme du sulfate de potasse et il se précipite de l'alumine insoluble qui pénètre les pores et fissures du bois. Le prix du sulfate d'alumine varie entre 20 et 25 *f* les 100 *kg*.

Mais c'est un procédé américain récemment appliqué que le rapporteur préconise plus spécialement. En admettant que, dans ce procédé, il faut 3,2 livres de sulfate d'ammoniaque et 0,25 livre de chlorhydrate d'ammoniaque, il estime que le prix de revient de l'opération est de 25,4 copecks par pied cube de bois; ce prix ne serait, en Angleterre, que de 14 copecks, à cause du moindre prix des sels.

Voici le compte :

Sulfate et chlorhydrate d'ammoniaque. . . .	26,4	copecks
Main-d'œuvre et frais de l'opération	7,6	—
Intérêt et amortissement	6,0	—
Frais généraux	10,0	—
TOTAL.	50,0	copecks

pour un pied cube de bois valant 1 rouble mis en œuvre.

Ces prix sont établis pour une usine valant 200 000 roubles et travaillant 320 000 pieds cubes de bois de construction par an.

En admettant que 45 pieds cubes de bois correspondent à une sagène carrée de surface couverte, le prix de la construction en bois rendu incombustible serait de 67 roubles, soit 40 *f* le mètre carré.

Le prix peut paraître élevé, mais il y a encore un avantage considérable, si on considère qu'au point de vue de la résistance au feu, les constructions métalliques seules sont insuffisantes et qu'il est indispensable de les recouvrir de briques, de tuiles spéciales ou d'un béton spécial de 1 à 4 pouces d'épaisseur.

Les constructions en bois rendues incombustibles sont très économiques en Russie et présentent, au point de vue de la sécurité, une résistance qui n'est pas inférieure à celle des constructions en briques et fer ; comme elles coûtent moitié moins, il n'est pas étonnant qu'elles se répandent de plus en plus en Russie.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

JANVIER 1900.

Note sur le métier à tisser Seaton, par M. Ed. Simon.

Note sur la mesure des variations de volume des liants hydrauliques, par M. Deval. Travail exécuté sous les auspices du Comité des Arts chimiques.

Étude de fonctionnement des moteurs à plusieurs cylindres, par M. E. Lefer.

Application de la loi des phases aux alliages et aux roches, par M. H. Le Chatelier. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Sur la culture des lupins blancs. Note de MM. Deherain et Domoussy. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Notes de mécanique. — Le planimètre Lippincott. — Ripeuse Creese pour voies de chemins de fer. — Installation mécanique de la Metropolitan Street et de la Third Avenue à New-York.

Sur les discontinuités produites par la détente brusque de gaz comprimés, note de M. P. Vieille *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences)*.

ANNALES DES MINES

11me livraison de 1899.

Notice sur la construction d'une galerie souterraine destinée à relier la concession des mines de lignite de Gardanne à la mer, près Marseille, par M. Domage, Directeur de la Société nouvelle de Charbonnages des Bouches-du-Rhône *(suite et fin)*. (Voir *Informations Techniques*, 3me section n° 11).

Note sur la détermination des charges remorquées par les locomotives et sur celle des quantités de vapeur consommées aux différentes conditions de la marche, par M. F. Maison, Ingénieur des Mines (Voir *Informations Techniques*, 2me section, n° 6).

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Décembre 1899.

DISTRICT DE PARIS.

Séance du 20 mars 1899.

Communication de M. Gruner sur la loi des accidents.

Séance du 25 mai 1899.

Visite des chantiers de la Compagnie d'Orléans pour le prolongement de ses lignes jusqu'au quai d'Orsay, sous la conduite de M. de la Brosse, Ingénieur de la Compagnie.

Séance du 20 novembre 1899.

Compte rendu de la communication faite à la Société des Ingénieurs Civils de France, par M. A. Lencauchez sur divers gaz combustibles utilisés pour divers usages industriels.

Communication de M. A. Lencauchez sur l'Histoire de la déphosphoration et des recherches des minerais de fer en Meurthe-et-Moselle.

RÉUNIONS DE SAINT-ÉTIENNE.

Séance du 9 décembre 1899.

Communication de M. Berne, Ingénieur du matériel de la Société des Houillères de Saint-Étienne sur la descenderie du puits de la Pompe. (Voir *Informations Techniques*, 3me section, n° 10).

INFORMATIONS TECHNIQUES

Ire SECTION

Travaux publics, chemins de fer, navigation, etc.

1. — **Tunnel du Simplon.** — Voici l'état des travaux du Simplon à la fin du mois de janvier 1900 :

	Côté nord. Brigue.	*Côté sud.* Iselle.	*Total.*
Galerie d'avancement.			
Total à fin décembre 1889 . .	2 300 *m*	1 566 *m*	3 866 *m*
Progrès mensuel	161	150	311
Longueur à fin janvier 1900.	2 461	1 716	4 177
Ouvriers.			
Hors du tunnel :			
Total des journées	23 208	10 225	33 433
Moyenne journalière	774	341	1 115
Dans le tunnel :			
Total des journées	33 636	25 136	58 772
Moyenne journalière	1 035	811	1 896
Ensemble des chantiers :			
Total des journées	56 844	35 361	92 205
Moyenne journalière	1 859	1 152	3 011
Animaux de trait.			
Moyenne journalière	37	16	53

Côté nord. — La galerie d'avancement a traversé le schiste calcaire. On a rencontré deux petites sources à 2,442 et 2,454 *km*, débitant ensemble 1,5 *l* d'eau par seconde. Les venues d'eau ont comporté 40 *l* par seconde au total. Progrès moyen de la perforation mécanique, 5,19 *m* par jour de travail.

Côté sud. — La galerie d'avancement a traversé le gneiss d'Antigorio sec. Progrès moyen de la perforation mécanique, 4,84 *m* par jour de travail.

L'avancement total moyen journalier a donc été de 10,033 *m*.

2. — **Le pont sur l'East-River.** — Le nouveau pont sur l'East-River, à New-York a fait des progrès réels pendant l'année qui vient de finir.

Ainsi, le 21 février 1899 a été passé le marché pour la construction des tours en acier et des travées des extrémités; cette fourniture a été donnée à la New Jersey Steel and Iron Cy, de Trenton, N. J. pour la

somme de 6 350 000 *f* et l'exécution est en pleine activité. Le 9 décembre 1899, les marchés pour la fourniture et la mise en place des câbles principaux, des tiges de suspension, etc., ont été passés avec John A. Rœbling, fils et Cie, de Trenton, pour une somme de 7 270 000 *f*. Ces marchés sont, en ce moment, soumis à l'approbation des autorités municipales.

Depuis la constitution de la Commission d'exécution, en août 1895 jusqu'au 31 décembre 1898, il a été encaissé par la vente d'obligations une somme totale de 16 580 000 *f* et il a été dépensé 12 240 000 *f*, ce qui laisse un solde disponible de 4 250 000 *f*. A la fin de 1898, la Commission avait passé des marchés pour un montant total de 12 480 000 *f* sur lesquels il avait été donné des acomptes s'élevant à 5 730 000 *f*, de sorte qu'il restait à payer 6 750 000 *f*. Depuis le commencement de 1899, une émission d'obligations a été autorisée pour les besoins de la Commission de construction du pont, jusqu'à concurrence de 30 millions de francs. Le montant total des sommes empruntées depuis l'origine jusqu'au 31 décembre 1898, s'élevait déjà à 27 millions de francs (*Engineering News*, 11 janvier 1900, page 17).

3. — **Nouveau chemin de fer dans le Nord de l'Oural et les régions industrielles de Bogoslovsk et Kizelovsk.** — On sait que la région industrielle de Bogoslovsk, sur la Sosva, affluent de la Tavda (Sibérie), n'est pas reliée au réseau des chemins de fer russes. La Société de Bogoslovsk et les houillères de Kizelovsk, sur le versant opposé, viennent de faire à l'État russe des propositions concernant la réalisation d'un projet de chemin de fer coûtant 10 millions 1/2 de roubles et devant réunir, dans le nord de l'Oural, par une ligne parallèle au Transibérien les deux bassins de la Kama et de la Sosva.

Nous empruntons à la *Tarzova-Promychlenaia Gazeta* les détails suivants : la voie adoptée ne serait pas de l'écartement normal russe (5 pieds anglais), mais du type réduit adopté sur la ligne de Vologda à Arkhangelsk (3 1/2 pieds anglais), comme revenant moins cher et donnant une puissance de trafic égale.

Les usines de Bogoslovsk offrent, sans rémunération aucune, sur tout le parcours de leurs propriétés, une bande de terrain de 20 sagènes (42 *m*) ; de plus, elles offrent le sable, les pierres et le bois de construction; elles fourniraient également pendant douze ans les rails au prix de 1,40 rouble le poud. Les houillères de Kizeloff s'engagent à fournir la houille pour l'exploitation du chemin de fer, pendant dix ans, au prix de 5 1/2 copecks le poud.

En ce qui concerne le trafic, les deux Sociétés intéressées garantissent un transport annuel de 13 227 000 pouds de houille, rails, cuivre, bois de construction, soit une recette de 521 552 roubles. Dans le cas où les transports n'atteindraient pas le chiffre garanti, les Sociétés s'engagent à parfaire la recette ci-dessous en en déduisant cependant les frais d'exploitation, à raison de 1/150 copeck par poud-verste. Les populations rurales avoisinantes donneraient un trafic de 2 millions de pouds, soit 282 643 roubles et, si l'on estime que les voyageurs assureraient au

minimum 300 roubles par verste, la recette totale, en se plaçant dans les conditions les plus désavantageuses, serait de 903 800 roubles.

Après dix ans d'exploitation, les Sociétés intéressées prévoient un trafic double. Déduction faite des frais d'exploitation, le bénéfice net minimum serait de 337 800 roubles, soit un revenu de 3 0/0 sur le capital de 10 millions 1/2 de roubles nécessaire à la réalisation du projet.

Ceci établi, les Sociétés industrielles de Bogoslovsk et de Kizeloff offrent de former une Société au capital de 2 625 000 roubles, dont elles souscriraient la moitié, l'autre moitié étant souscrite par l'État. La Société émettrait pour 7 875 000 roubles d'obligations auxquelles on pourrait garantir 4,4 0/0 d'intérêt, étant données les recettes certaines, d'après ce qui a été dit plus haut.

Le ministère des Voies de communication a soumis le projet à l'examen d'une commission spéciale. (Communiqué par M. L. Journolleau.)

4. — **Le trafic sur les canaux du Sault.** — On sait que les canaux du Sault-Sainte-Marie, entre le Lac Supérieur et le Lac Huron, constituent la voie de navigation qui a le trafic le plus élevé dans le monde.

Voici les chiffres comparatifs sur les éléments de ce trafic pendant les quatre années 1869, 1879, 1889 et 1899, d'après les relevés du Bureau de statistique du Trésor.

	1869.	1879.	1889.	1899.
Nombre de navires. . . .	1 338	3 128	9 579	20 255
Tonnage	524 885	1 677 071	7 221 936	21 958 347
Boisseaux de blé.	49 700	2 603 666	16 231 854	58 397 335
Boisseaux d'autres grains.	323 501	951 496	2 133 245	30 000 935
Barils de farine	32 007	451 000	2 228 707	7 114 147
Tonnes de minerai de fer.	239 368	540 075	4 095 855	15 328 240
Tonnes de cuivre	18 662	22 309	33 456	120 090
Tonnes de houille	27 850	110 704	1 629 197	3 940 887
Pieds de bois	1 260	35 598	315 554	1 038 057
Voyageurs	17 657	18 579	25 712	49 082

On voit que depuis trente ans le nombre des navires a passé de 1 à 15, le tonnage de 1 à 42 et le transport des blés de 1 à 1 100. (*Engineering News*, 11 janvier 1900, page 17.)

II^e^ SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, Machines à vapeur, etc.

5. — **La fabrique de locomotives de Krauss et C^ie^, à Münich.** — A l'occasion de l'achèvement de la 4000^e^ locomotive faite dans ses ateliers, la Société de la fabrique de locomotives Krauss et C^ie^, à Münich, a publié une brochure exposant le développement suc-

cessif de sa fabrication, avec des détails intéressants sur les machines les plus remarquables construites par elle.

La fabrique a été établie le 1er juin 1866, au Marsfeld, à Munich, et transportée six ans après près de la gare du Sud ; la succursale de Linz (Autriche) a été créée le 1er septembre 1880. Le 19 septembre 1887, l'affaire a été transformée en société par actions.

La première locomotive construite a été envoyée à l'Exposition universelle de 1867, à Paris, où elle a obtenu une grande médaille d'or. Cette même année, la première de l'exploitation, il a été fait 8 locomotives ; l'année suivante, 1868, il en a été fait 22 ; en 1874, le nombre annuel s'élevait à 117, et la plus forte année a été 1898, où il a été construit 227 locomotives. A la fin de novembre 1899, le nombre total s'élevait à 4 117. La fabrique a construit des locomotives pour presque tous les pays du monde ; le plus grand nombre est naturellement pour l'Allemagne, 2083, dont 762 pour la Bavière ; l'Autriche-Hongrie figure pour 920, l'Italie pour 204, la Suisse pour 73, la France pour 72, la Russie pour 134, la Bulgarie, la Serbie, la Roumanie et la Turquie pour 60, la Hollande pour 13, la Grèce pour 63, l'Espagne et le Portugal pour 82, le Danemark, la Suède et la Norvège pour 45, la Belgique et le Luxembourg pour 59, l'Angleterre pour 10 et les pays d'outre-mer pour 299.

Au point de vue des systèmes, ces locomotives se divisent en : système Krauss, 3392 ; divers, 675 ; Klose, 37 ; Abt, 10 et Riggenbach, 3 ; on compte 3465 locomotives-tenders, 433 avec tender séparé ; 37 locomotives avec essieux radiaux, 114 jumelles et 13 à crémaillère. La machine-tender système Krauss n° 1769 est la plus petite ; elle pèse à vide 1 160 *kg* et en charge 1 450 *kg* ; la plus lourde est la machine du jubilé, n° 4000, qui est à cinq essieux, avec tender séparé à quatre essieux ; elle pèse à vide 56 950 *kg* et en service 64 600 *kg* ; elle est destinée aux chemins de fer de l'État bavarois.

La valeur de la production, jusqu'à fin 1898, s'élevait à 139 millions de francs ; sur ce total, l'exportation figure pour 34 millions environ, avec 1685 locomotives. En 1867, la fabrique a commencé avec 198 ouvriers dont la moyenne de salaire était de 2,75 *f* par jour, tandis qu'en 1898 elle en a occupé 1 529, avec un salaire moyen de 4,54 *f*. (*Oesterreichische Eisenbahn Zeitung*, 10 février 1900, page 58.)

6. — **Détermination des charges remorquées par les locomotives.** — M. Maison, Ingénieur des Mines, s'est proposé de déterminer les charges remorquées par les locomotives et les quantités de vapeur consommées dans les différentes conditions de la marche au moyen d'une méthode graphique qui permet d'obtenir une solution simple que ne peut donner le calcul, les formules de Poncelet et de M. Ledoux pour le travail de la vapeur par coup de piston renfermant une expression logarithmique.

Seulement, M. Maison part, comme Couche, Marié, M. Ledoux et bien d'autres, d'une hypothèse qui semble bien discutable actuellement, celle de la constance de la quantité de vapeur produite par heure par la chaudière, quelle que soit la vitesse. Quoi qu'il en soit, l'auteur arrive

à des conclusions très intéressantes que nous nous bornerons à reproduire, renvoyant au mémoire, pour le reste, ceux de nos Collègues que a question intéresse plus particulièrement.

Si on appelle U la quantité $a(z + \lambda) - (z + \lambda) \log (z + \lambda)$, dans laquelle z est le degré d'admission en centièmes et λ l'espace nuisible également en centièmes de la course, cette quantité étant égale à une fonction des trois quantités Q, poids du train, i, inclinaison de la voie et v, vitesse; on trouve que la valeur U est la même pour toutes les machines; il suffira de construire cette courbe U une fois pour toutes et de l'appliquer à toutes les machines indistinctement. — Les vitesses caractéristiques des locomotives ne dépendent que du degré d'admission et sont les mêmes, par suite, pour toutes les machines, lorsque le degré d'admission est le même. — Dans les machines locomotives, la somme des carrés de la vitesse caractéristique et du degré de détente correspondant est constante et égale à $102{,}5^2$. (*Annales des Mines*, 11e livraison de 1899, pages 499 et suivantes.)

7. — **Agrandissement facultatif du volume des espaces neutres des cylindres à vapeur.** — Une difficulté qui se présente lorsqu'on veut faire fonctionner à volonté une machine à vapeur, avec ou sans condensation, est dans la proportion des espaces neutres qui, si elle est très réduite comme il convient pour la marche à condensation, devient insuffisante dans la marche à échappement libre où le piston ayant à comprimer de la vapeur à une pression égale ou supérieure à la pression atmosphérique, la compression se trouve portée à un degré excessif et nuisible à la marche régulière du moteur.

M. Ferdinand Strnad, Ingénieur civil à Berlin, a appliqué à une machine de laminoir à cylindre de 500×800 *mm*, faisant 140 tours par minute, une disposition qui permet d'accroître les espaces neutres lorsque la machine marche sans condensation.

A cet effet, il dispose dans les fonds du cylindre un clapet qui est fermé lors de la marche à condensation et qu'on ouvre lors de la marche à échappement libre pour mettre le cylindre en communication avec les fonds creux des plateaux, lesquels forment un espace neutre supplémentaire. Il va de soi que si ces fonds sont chauffés, on ferme en même temps le robinet qui y admet la vapeur de chauffage. (*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, 6 janvier 1900, page 30.)

8. — **Résistance des bicyclettes.** — Le professeur R. C. Carpenter a fait une étude très complète de la résistance des bicyclettes, étude qui a été publiée dans le *Sibley Journal of Engineering*. Il a constaté que l'élément de résistance le plus important est l'effet du vent, après vient la résistance des bandages et enfin celle du mécanisme. La résistance des bandages varie énormément avec la nature de ceux-ci; ainsi, l'effet utile, au travail modéré de 7 *kgm* par seconde, qui correspond à une marche douce, a été, pour les plus mauvais types des bandages, de 42 0/0, alors que, pour les meilleurs modèles, il s'élevait à 70 0/0; autrement dit, en ce qui concerne cette partie de la résistance, les meilleurs bandages auraient permis à l'appareil de faire 70 *km* avec

la même dépense de force que les bandages de qualité inférieure auraient employée pour faire 42 *km*.

Les meilleures transmissions à chaines sont légèrement supérieures aux meilleures transmissions sans chaines, mais le rendement des chaines est très variable et certaines sont plus affectées par la présence de boue et de poussière que d'autres. L'auteur a constaté, avec les meilleures transmissions à chaîne, une perte de 2 0/0 seulement pour un travail de 6 *kgm* par seconde, et cette perte diminuait avec l'accroissement de travail jusqu'à tomber à 0.4 0/0 pour un travail s'élevant à 60 *kgm* par seconde. Dans la chaine en question, les axes étaient en forme de couteaux. Les autres modèles ne donnent pas d'aussi bons résultats, bien que les plus mauvais essayés donnent encore un rendement de 90 0/0 pour 6 *kgm* et de 96,2 pour 60. On obtient à peu près la même chose avec les bonnes transmissions sans chaines, les rendements trouvés étant, dans les mêmes conditions que ci-dessus, de 91,7 et 96,5 0/0.

Le professeur Carpenter a trouvé que la résistance de l'air pouvait s'exprimer par la formule $R = AV^2$, dans laquelle R est la résistance en kilogrammes. A la surface résistante normale à la direction du mouvement en mètres carrés, et V la vitesse en kilomètres à l'heure. Si le bicycliste se penche en avant, il peut réduire sa surface résistance à environ 0,14 m^2. (*Engineering*, 5 janvier 1900, page 17.)

III^e^ SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

9. — **Production du fer à Madagascar.** — On fabrique, paraît-il, une quantité de fer assez notable à Madagascar; cette fabrication se rencontre surtout dans la petite ville d'Emyrne où il y a 25 fours installés pour traiter des minerais qu'on trouve sur place. Il y a des minerais très riches contenant de 65 à 75 0/0 de fer, mais ils sont très réfractaires et, pour cette raison, les indigènes préfèrent employer des minerais moins riches, mais plus faciles à traiter. Ces derniers sont broyés et lavés dans un courant d'eau. Le résidu, enrichi par ce lavage, est placé dans un fourneau de 0,60 à 0,65 *m* de diamètre et 0,80 à 0,90 *m* de hauteur, construit principalement avec les débris des vieux fours et luté intérieurement avec de l'argile. Un trou pratiqué près du fond sert à l'écoulement du laitier et un autre, placé en face, à l'introduction d'une tuyère en terre réfractaire communiquant avec un soufflet double.

On charge d'abord le fourneau avec une couche de charbon de bois qu'on enflamme; alors on met dessus une charge de minerai, puis une couche de charbon, une charge de minerai et ainsi de suite, jusqu'à ce que le fourneau soit plein. Le minerai est toujours mis sous forme de couronne, avec du charbon au centre. La charge totale d'un fourneau s'élève à peu près à 200 *kg*, et la réduction demande de sept à huit heures, au bout desquelles on obtient environ 75 *kg* de métal qu'on

soumet après à un affinage. Cette dernière opération s'effectue dans un fourneau analogue au précédent, dans lequel on chauffe la masse de métal au rouge clair, et on les bat au marteau pour expulser les scories et autres impuretés.

Le forgeage final s'effectue par une équipe de quatre hommes, plus un chef et un homme pour manœuvrer les soufflets. Le fer ainsi obtenu est vendu à raison de 110 à 120 *f* les 100 *kg* à la forge. (*Engineering*, 19 janvier 1900.)

10. — **Descenderie du puits de la Pompe, à Saint-Étienne.** — On a réalisé, dans l'installation de cette descenderie, l'utilisation de la descente des remblais pour actionner des appareils producteurs d'air comprimé. Les poulies sur lesquelles passent les câbles reliés aux cages sont portées sur un arbre qui commande les pistons des cylindres à air. Ces cylindres avaient 0,450 *m* de diamètre et 1 *m* de course sur un appareil d'essai dont le succès a amené une installation définitive.

Dans celle-ci on a adjoint aux deux cylindres précédents deux autres de 750×1 *m*, qui permettent de varier la résistance dans de très larges limites en employant tout ou partie des cylindres.

En descendant 600 bennes par jour, on produit 1 680 m^3 d'air à 5,5 *kg* de pression. Si on compare cette quantité d'air à celle qui serait produite par un compresseur à vapeur, on voit qu'il faudrait une machine marchant 10 heures et produisant 2,8 m^3 à la minute, ce qui correspond à un travail de 100 *ch* (*Société de l'Industrie minérale*, décembre 1899, page 270. Communication de M. Berne à la réunion de Saint-Étienne).

11. — **Galerie souterraine destinée à faire communiquer la concession des mines de Gardonne à la mer.** — Cette galerie doit avoir 13 500 *m* de longueur ; au 30 juin 1899, on avait fait 6 700 *m* du côté de la mer, restent donc 6 800 *m* dont on peut faire 1 800 par le puits E. Biver ; on n'aurait donc plus à creuser que 5 000 *m* par l'attaque du côté de la mer, lesquels, à raison d'un avancement de 125 *m* par mois, demanderaient quarante mois ; on peut donc espérer que la galerie sera terminée en 1902.

Cette galerie peut drainer une superficie de terrain de 13 500 *ha*, ce qui correspond à un débit moyen de 1 200 *l* par seconde. Des observations directes ont fait voir qu'on pouvait obtenir 500 *l* par seconde. Cette eau a été reconnue tout à fait potable. Elle pourrait donc assurer à la population de Marseille une alimentation de 1 *hl* d'eau par jour et par habitant. Si on voulait s'en servir comme force motrice, on en obtiendrait un travail de 400 *ch* (*Annales des Mines*, 11e livraison de 1899, page 475, Note de M. Domage).

12. — **Briquettes de sciure de bois.** — La scierie mécanique Joseph Fialla, en Autriche, utilise ses sciures de bois pour la fabrication de briquettes qui conviennent parfaitement au chauffage domestique.

La sciure est chauffée à sec jusqu'à ce que les éléments goudronneux qui doivent servir de matière agglomérante soient au moment de se sé-

parer, puis elle passe sur des plaques de fer chauffées à la vapeur et, par la rotation de palettes servant à la propulsion, arrive dans une trémie qui la conduit à la presse à faire les briquettes. Celles-ci pèsent 200 *g* et donnent 4 0/0 de cendres ; elles mesurent 130×30×67 *mm*, leur pouvoir calorifique équivaut à celui du lignite.

La presse fait 19 briquettes par minute. Avec 300 jours de travail, la maison Fialla peut produire 6 millions de briquettes par an. Le prix de revient est de 0,80 *f* le mille et le prix de vente de 5 *f*, de sorte que le bénéfice que retire le fabricant de ses déchets peut être estimé à 25 000 *f* par an (Communiqué par M. L. Journolleau).

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle. Divers, etc.

13. — **Publication des brevets d'invention.** — Nous devons signaler un arrêté du ministre du Commerce et de l'Industrie qui donne enfin satisfaction à un besoin exprimé depuis longtemps et met fin à une situation d'infériorité réelle où la France se trouvait par rapport à presque toutes les nations civilisées. Cette mesure intéressera un grand nombre de nos Collègues. Voici le texte de cet arrêté en date du 30 décembre 1899 :

ARTICLE PREMIER. — Les descriptions et dessins des brevets d'invention, dont la publication aura été jugée utile par application de l'article 24 de la loi du 5 juillet 1844 seront imprimés *in extenso* et par fascicule séparé pour chaque brevet. Ce nouveau mode de publication commencera avec les brevets pris en 1899.

ART. 2. — Les fascicules seront mis en vente aux prix indiqués ci-après :

1° Les fascicules isolés seront vendus à raison de 10 centimes par feuille d'impression complète ou commencée et de 10 centimes par planche de dessin, sans que le prix d'un fascicule puisse être inférieur à 50 centimes ;

2° Il sera consenti des réductions de prix d'après le tarif suivant, quelle que soit l'importance de chaque fascicule.

Pour une série de	20	fascicules	10 *f*
—	50	—	15 *f*
—	100	—	25 *f*
—	500	—	100 *f*
—	1 000	—	150 *f*
—	2 000	—	200 *f*

Nous trouvons le texte de cet arrêté dans le *Moniteur Officiel du Commerce*, du 11 janvier 1900, page 42.

14. — **L'air liquide.** — Lorsqu'on liquéfie l'air, l'azote et l'oxygène se condensent simultanément, de sorte que la composition de l'air liquide est la même que celle de l'air gazeux. Mais, dès que l'évapora-

tion commence à se produire, il n'en est plus de même ; les gaz qui s'échappent d'abord sont de l'azote presque pur, et il arrive un moment où ces gaz ont à peu près la composition de l'air. Cet effet se produit lorsque environ 70 0/0 du liquide se sont évaporés et que 81 centièmes de l'azote primitif et 35 centièmes de l'oxygène se sont échappés ; le liquide restant contient les deux composants en égale proportion, après quoi l'oxygène commence à prédominer dans le gaz. Ces chiffres sont relatifs à l'évaporation à la pression atmosphérique.

Dans le vide l'évaporation a lieu plus rapidement ; sous des pressions supérieures à la pression atmosphérique, elle est, au contraire, ralentie. On peut observer les modifications dont il vient d'être question au moyen d'un fragment de bois enflammé. D'abord le bois s'éteint si on le tient au-dessus du liquide, ensuite il se rallume et brûle avec une grande vivacité si on le plonge dans le liquide. Du charbon pulvérisé, imbibé d'air liquide, fait explosion comme de la poudre si on l'enflamme ou si on emploie une capsule comme détonateur. Ce fait paraît étrange en présence de la température extrêmement basse du liquide — 180° C, et, dans un mémoire lu devant l'Académie des Sciences de Bavière, Carl Linde émet l'opinion que nos idées actuelles sur la nature des explosions pourraient bien se trouver modifiées par là.

Du pétrole absorbé par du kieselguhr ou du charbon de liège en poudre et saturé d'air liquide fait explosion même à l'air libre. Des cartouches remplies de ce mélange en font détoner d'autres placées à 25 *cm* de distance, tandis que la gélatine explosive, le plus puissant explosif connu, ne fait pas détoner des cartouches placées à 0,15 *m*.

Linde a fait des constatations intéressantes à ce sujet avec une bombe d'acier de 20 *l* de capacité dans laquelle on faisait détoner des explosifs divers au moyen de fulminate de mercure. On enregistrait les pressions avec un piston dont la tige traçait un diagramme sur un tambour animé d'une vitesse de 3,30 *m* par seconde à la circonférence.

Le mélange d'air liquide et de pétrole donnait une courbe montrant que la pression maxima dépasse celle qui est donnée par la gélatine explosive et cette pression se produit presque instantanément. La préparation est simplement enveloppée dans du papier. Il est curieux que la combustion, à cette très basse température, soit plus active que celle d'aucune substance solide ou liquide connue à la température ordinaire (*Engineering*, 19 janvier 1900, page 95).

15. — **Le grand plan de New-York.** — Un des objets les plus intéressants de l'exposition des États-Unis, au Champ-de-Mars, sera le grand plan de New-York, exposé par la municipalité de cette ville et exécuté sous la direction de l'Ingénieur en chef du bureau des Public Improvements.

Ce plan aura 8,55 *m* × 7,30 *m* et est à l'échelle de 1 pouce pour 600 pieds, ce qui correspond à 1/720 ou 0,00139 *m* par mètre ; il comprendra les faubourgs et une partie du territoire adjacent. 12 dessinateurs y travaillent dans le bureau et 8 opérateurs sont occupés au dehors. Le plan donnera les chemins de fer, embarcadères, lignes de ferry-boats, etc. Aux quatre angles seront des dessins à la plume de 0,300 × 0,450 *m*

représentant des vues les plus remarquables de la ville et tout autour de la marge seront figurés les monuments publics principaux.

Le plan sera monté sur un cadre en bois ornementé supporté sur des pieds en cuivre. A côté seront deux autres plans de New-York, l'un en 1641, et l'autre en 1800, ce qui permettra d'apprécier le développement de cette ville. *(Scientific American*, 13 janvier 1900, page 21.)

16. — **Le tombeau de Fulton.** — Nous avons parlé, dans les *Informations techniques* de décembre 1899, page 876, de l'abandon complet dans lequel étaient restées les cendres de Robert Fulton et des projets qu'on avait pour faire cesser cette situation regrettable. Voici de nouveaux détails sur cette question.

La commission spéciale instituée par la Société Américaine des Ingénieurs-Mécaniciens a déjà recueilli 6 000 *f* sur la somme de 15 000 *f* jugée nécessaire pour élever un tombeau convenable à l'inventeur; on espère recueillir promptement le reste et pouvoir inaugurer la nouvelle tombe à la réunion annuelle de la Société en décembre prochain. Cette tombe sera très simple, en granit, avec le nom du défunt sur une face et une inscription rappelant l'intervention de la Société, sur l'autre face. La Société publiera, à cette occasion, une notice sur Fulton rédigée par M. H. H. Suplee et contenant des reproductions de tous les documents qu'on possède sur le grand Ingénieur. On a des raisons de croire que la translations des restes de Fulton dans la nouvelle sépulture donnera lieu à un mouvement sérieux en faveur de l'érection d'un monument à sa mémoire. *(Scientific American*, 3 février 1900, page 76.)

V[e] SECTION

Électricité.

17. — **L'électricité dans l'agriculture.** — Une Association d'agriculture dans le district d'Ochsenfurt, en Bavière, est en train d'établir des installations électriques près du village de Batthard, dans la basse Franconie, installations destinées exclusivement à des usages agricoles. Le courant sera produit en partie par la force hydraulique et en partie par la vapeur et sera conduit à la tension de 5 000 volts, dans les villages de Batthard, Landenbach et autres, où il sera utilisé de façons très variées, par exemple à la mise en mouvement de machines à battre, de coupe-racines, concasseurs de grains, etc On établira dans chaque ferme un tableau de distribution du courant. Les moteurs électriques sont de construction très simple et pourront être manœuvrés par les ouvriers de campagne.

La lumière électrique sera largement employée dans tous les villages; il est d'ailleurs à remarquer que, par suite du peu de danger relatif qu'elle présente au point de vue des incendies si à craindre dans les fermes, son emploi est très facilement accepté dans les campagnes. *(Electrical Review*, 7 février 1900, page 136, d'après l'*Elekt-Zeitschrift.)*

18. — **Installation électrique de l'*Oceanic*.** — Le paquebot *Oceanic*, dont nous avons parlé à diverses reprises, possède probablement la plus grande installation électrique qui ait été réalisée sur un navire.

Cette installation, faite par MM. W. H. Allen et Cie, comprend quatre ensembles électrogènes, dont chacun consiste en une machine à deux cylindres à double effet, actionnant directement une dynamo de 100 volts et 600 ampères tournant à 240 tours par minute, et pouvant alimenter 1 000 lampes de 16 bougies. Deux de ces appareils sont à bâbord et deux à tribord avec une cloison étanche les séparant, cloison percée d'une porte également étanche, qu'on peut fermer en cas de besoin.

Il y a deux tableaux de distribution, un dans chaque salle de machines, disposés de telle sorte qu'on puisse faire fonctionner tout ou partie des dynamos en parallèle ou isolément. Le nombre total des lampes est de 1 975, les moteurs et le chauffage absorbant un courant équivalent. La plupart des salles sont, en effet, chauffées à l'électricité; les radiateurs prennent chacun 7,5 à 10 ampères sous 100 volts et sont disposés pour donner trois températures différentes.

Il y a quatre moteurs attelés directement à des ventilateurs et dont chacun donne 310 m^3 par minute à la pression de 12 *mm* d'eau.

Les lampes pour signaux sont munies d'un système automatique qui, lorsqu'une lampe s'éteint, en introduit une autre et en même temps prévient l'officier de quart par une sonnerie. Les sirènes de brouillard sont actionnées par un relai magnétique et un mouvement d'horlogerie qui les fait souffler pendant quelques secondes à des intervalles réguliers.

L'installation comprend également des appareils électriques pour la cuisine, 1 130 sonneries de cabines et autres et 15 indicateurs divers, chacun équipés de sonneries à un coup et de sonnettes trembleuses pour le jour et la nuit. (*L'industrie électrique*, 10 février 1900, page 53.)

19. — **Utilisation des résidus des villes pour la production de l'électricité.** — L'étude de la question de la destruction des ordures ménagères avait fait surgir l'idée de les utiliser pour la production de la force motrice, soit en les brûlant sous des chaudières, soit plutôt en les transformant en gaz qu'on emploierait dans des moteurs. On s'était même quelque peu emballé sur cette question, et d'aucuns voyaient déjà la force motrice des tramways et l'éclairage électrique obtenus gratuitement. Le Dr Cary T. Hutchinson, de New-York, réduit l'emploi du *refuse* à des proportions beaucoup plus modestes.

A raison d'une demi-livre de refuse par tête d'habitant, on peut estimer la production journalière de New-York à 500 *t*. Si on admet une composition moyenne de 20 0/0 de carbone et 80 0/00 d'eau, la valeur de 1 *kg* de ces matières sera de 1 100 calories. Il faudra compter avec toutes les pertes intermédiaires, sur une dépense de 15 livres, 6,8 *kg* par kilowatt-heure; les 500 *t* journalières donneront donc 67 000 kilowatts-heures. La production des grandes installations électriques en service ou en construction à New-York était de 2 500 000 unités, il en résulterait que l'emploi dans cet ordre d'idées de toutes les ordures ménagères produites à New-York suffiraient juste pour obtenir 2 1/2 0/0 de la force

motrice développée actuellement ou dans un avenir extrêmement rapproché par les stations centrales de la ville. Cela ne suffirait pas même pour faire marcher les pompes et appareils auxiliaires des moteurs de ces stations. On peut se rendre compte de l'impossibilité radicale de cette solution par la simple considération que, les moteurs en question consommant par jour quelque chose comme 3 500 *t* de très bon combustible, il est tout à fait téméraire de penser à remplacer cette quantité par 500 *t* de refuse. *(Electrical Review*, 7 février 1900, page 150.)

20. — **L'espion téléphonique.** — Des expériences très intéressantes et fort concluantes viennent d'être faites à l'Ecole de Médecine de Genève, au laboratoire de physiologie, par le docteur Laborde et M. Dussaud avec le téléphone haut parleur et enregistreur de ce dernier, au sujet d'une adaptation nouvelle du téléphone au point de vue médical.

Le nouvel appareil qui pourrait être surnommé « l'Espion téléphonique », d'un petit volume, peut être dissimulé dans un appartement, derrière un meuble ou sous une tapisserie. Il reproduit à haute voix tous les bruits, toutes les conversations qui se font entendre dans un périmètre assez vaste autour de l'appareil transmetteur. Ce dernier peut être placé à une distance indéfinie.

Ce qui fait la nouveauté et l'intérêt de ce téléphone c'est qu'il enregistre la communication en l'absence du destinataire. Ce dernier, à son retour, n'a, pour prendre connaissance du message, qu'à mettre en mouvement le phonographe qui est adapté au téléphone.

Enfin l'appareil présente un grand intérêt au point de vue médical. Il permettrait, en enflant la voix à volonté, de faire aux sourds de véritables cours en commun. *(Moniteur de l'Industrie et de la Construction*, 15 février 1902.)

Pour la Chronique, les Comptes rendus, et les Informations techniques :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IIe SECTION

L'échappement dans les machines à vapeur, par G. LELOUTRE, Ingénieur civil (1).

On sait que notre distingué collègue M. G. Leloutre poursuit, depuis plus de trente ans, de minutieuses recherches expérimentales et analytiques sur les machines à vapeur. Son savant mémoire *Théorie générale de la machine à vapeur et Théorie de l'enveloppe* a reçu de l'Académie des Sciences le Prix Fourneyron, et la Société des Ingénieurs civils lui a décerné son Prix annuel en 1893.

Jusqu'à présent, M. Leloutre ne s'était pas spécialement occupé de l'échappement. Une étude de la compression lui a démontré la nécessité d'analyser les faits assez compliqués qui se produisent alors, analyse délicate, où vont intervenir de nombreux facteurs : cession ou absorption de chaleur par les parois internes, fuites par les pistons pendant l'admission et la détente, rentrées tardives de vapeur dans les cylindres après la fermeture incomplète des orifices d'admission par les tiroirs, etc.

Tel est le but du nouvel in-octavo paru dans l'*Encyclopédie des Aide-mémoire Léauté*, où il fait suite à l'ouvrage du même auteur sur le *Fonctionnement des machines à vapeur*.

Se basant sur des résultats publiés dans ses précédents travaux, M. Leloutre admet que tous les échanges de chaleur entre la vapeur et les parois internes se font dans ces parois sur une épaisseur de un quart de millimètre environ; que la capacité calorifique des parois (c'est-à-dire le nombre de calories qu'il faut dépenser, par mètre carré, pour élever leur température de 1°) est $0^{cal},25$; que le coefficient de condensation des surfaces internes (c'est-à-dire le nombre de calories que les parois absorbent, par mètre carré, pour une différence de 1° entre la vapeur et la surface sur laquelle elle se condense), est de $0^{cal},226$. Il définit l'état de la vapeur (t, p, x) en un point quelconque de son parcours, depuis la chaudière jusque dans le condenseur, par la pression p en kilogrammes par centimètre carré, par la température t, et par la proportion x de vapeur sèche.

Cela posé, il étudie l'échappement 1° dans la machine à vapeur saturée; 2° dans la machine à vapeur surchauffée.

1° Pour la machine à vapeur saturée, il n'est pas nécessaire de se préoccuper de ce qui se passe dans le condenseur. M. Leloutre détermine l'état de la vapeur à la fin, puis au milieu de l'échappement; il applique sa théorie à son essai du 25 août 1870 sur la machine du

(1) Un volume in-8° de 156 pages, 2 fr. 50. Gauthier-Villars, éditeur.

Logelbach à vapeur saturée; il donne plusieurs contrôles de la proportion de vapeur sèche, et établit une nouvelle équation du refroidissement par le condenseur.

2° Pour la machine à vapeur surchauffée, les conditions de l'échappement sont toutes différentes. Les parois internes du cylindre correspondant à l'admission restent, à la fin de la course du piston, à une température bien supérieure à celle de la vapeur à la fin de la détente : elles renferment donc, au moment où l'échappement commence, une réserve de chaleur qui est la seule cause d'une économie sérieuse de combustible. Mais la médaille a un revers : si la vapeur d'échappement contient une certaine quantité d'eau, ou si les fuites de vapeur par le piston apportent une forte proportion de vapeur condensée, une notable partie de cette réserve est inutilement emportée au condenseur, les parois internes sont considérablement refroidies, et, au coup de piston suivant, la vapeur d'admission doit combler la réserve; d'où perte de chaleur, c'est-à-dire de travail. On conçoit donc les difficultés qui se présentent dans l'étude de l'échappement par la machine à vapeur surchauffée.

M. Leloutre détermine encore l'état de la vapeur à la fin, puis au milieu de l'échappement; il applique sa théorie à un essai de Hirn sur la machine du Logelbach à vapeur surchauffée; il établit le compte des pertes de la réserve de chaleur, et donne les équations fondamentales pour l'analyse d'un essai de machine à vapeur.

3° Enfin M. Leloutre expose une méthode pour le contrôle général de l'eau à vapeur surchauffée, et étudie l'état de la vapeur à la fin de l'admission. La vapeur est-elle alors sèche ou surchauffée? L'auteur établit, par une longue discussion analytique, l'état de surchauffe, et en donne plusieurs contrôles.

En résumé, le nouveau travail de M. Leloutre éclaire plusieurs points restés obscurs dans l'étude de la machine à vapeur. C'est une importante contribution à la thermodynamique spéciale à cette machine; c'est aussi un ouvrage qui présente un réel intérêt pour les Ingénieurs et les constructeurs.

Notre collègue annonce que, dans une publication prochaine, il étudiera la compression de la vapeur d'échappement.

R. Soreau.

Manuel théorique et pratique de l'automobile sur route, par Gustave Lavergne, (1).

Après un court historique de l'automobilisme, et la présentation des agents auxquels les voitures mécaniques demandent l'énergie qui leur est nécessaire — vapeur, pétrole, électricité, — l'ouvrage passe en

(1) Un vol. in-8° de 700 pages, avec 329 figures dans le texte ; 17 50 *f.* Ch. Béranger, succes. de Baudry, éditeur, Paris.

revue les éléments qui entrent dans la composition d'une voiture automobile ; moteur (avec le calcul de la puissance à lui donner pour lui faire actionner telle voiture déterminée et les moyens de mesurer sa force, une fois qu'il a été construit), organes de transmission du mouvement du moteur aux roues du vehicule, essieux, roues, bandages, ressorts, châssis, caisse, freins, organes de graissage.

Dans une troisième partie sont groupés les éléments suivant les principaux types des voitures actuellement existantes ; comme celles-ci sont déjà légion, l'auteur n'en décrit à fond que quelques-unes, se contentant, pour les autres, de signaler les points qui les caractérisent.

Dans une quatrième et dernière partie, sont mis en relief les résultats si remarquables déjà obtenus, consacrés officiellement par les courses de vitesse, les concours des poids lourds et des fiacres, le concours de moteurs. L'attention du lecteur y est attirée sur les progrès à rechercher, en tête desquels est placée l'amélioration du rendement, dont le taux actuel, singulièrement minime, est spécialement signalé.

A ceux qui, en si grand nombre, se lancent dans l'industrie nouvelle, ce livre évitera peut-être, un peu de ces tâtonnements et de ces efforts, qui constituent le lourd tribut, prélevé en pure perte sur l'activité humaine, par ce qu'on pourrait appeler les réinventions.

A l'ingénieur, ce livre montrera comment sont appliqués à la locomotion nouvelle ces mécanismes, qui lui sont familiers, comment sont résolues les difficultés techniques que cette application même a soulevées, et ce qui reste à faire pour la rendre plus adéquate au but qu'on qu'on lui a assigné.

Aux personnes peu versées dans les choses de la mécanique et qui s'intéressent pourtant à l'automobilisme, ce livre donnera des descriptions aussi claires que possible, dont l'intelligence est singulièrement facilitée par le soin qu'a pris l'auteur de définir, dans ses premières pages, les quelques termes techniques qu'il a dû employer.

IV^e^ SECTION

Les îles Hawaï au moment de leur annexion définitive aux États-Unis, par Louis Vossion, consul de France (1).

Cet ouvrage, rédigé par M. Vossion, qui a été le dernier Commissaire du Gouvernement français près la République d'Haïti, renferme d'intéressants documents sur l'industrie sucrière du pays, la main d'œuvre qu'elle emploie, les transports, ainsi que des considérations intéressantes sur l'influence des nouvelles possessions américaines d'outre-mer sur le marché du sucre dans ce pays.

Lucien Périssé.

(1) Un vol. petit in-8° 76 pages, avec 2 phototypies et 1 carte ; 2 *f* 50, Guillaumin et C^ie^, Paris.

V^e^ SECTION

De l'utilité publique des transmissions électriques d'énergie, par M. BLONDEL (1).

Cet ouvrage mériterait mieux qu'une analyse, attendu qu'il constitue une revue générale et très documentée de tout ce qui concerne le transport et la transmission de l'énergie électrique.

Dans l'introduction l'auteur définit l'énergie puis il passe en revue les forces naturelles dont l'industrie peut disposer et arrive aux moyens actuels de production et d'accumulation de l'énergie électrique; il examine ensuite les procédés employés pour la transmission directe et la distribution puis il entre dans le sujet qu'il se propose de traiter : « De l'utilisation de l'énergie électrique ».

Laissant de côté les transmissions électriques d'énergie à grande distance M. Blondel classe les applications de l'énergie électrique en deux catégories : les applications immédiates, où l'on utilise cette énergie directement, et les applications mécaniques, où l'on doit la transformer de nouveau en énergie mécanique avant de l'employer.

Le premier mode d'utilisation de l'énergie électrique comprend la distribution d'éclairage électrique et la production de produits industriels par le courant lui-même.

L'auteur à propos de l'éclairage électrique émet l'avis qu'on ne saurait trop favoriser en France l'établissement des transmissions électriques pour utiliser des chutes d'eau un peu éloignées.

Les industries électro-chimiques et électro-métallurgiques d'origine toute récente sont loin d'avoir pris le développement qu'on est en droit d'en attendre dans l'avenir. M. Blondel s'étend sur les divers procédés en usage et, pour chacun d'eux, donne des chiffres relatifs à la production.

Les applications mécaniques, qui constituent le deuxième mode d'utilisation de l'énergie électrique, débutent par des considérations générales sur les moteurs électriques, puis l'auteur passe en revue les différentes applications faites dans les usines, dans les gares, dans les ports, dans les mines et carrières, les applications diverses à l'agriculture et enfin à la traction électrique.

Le chapitre relatif au transport de l'énergie électrique à grande distance commence par une revue des progrès réalisés dans les méthodes de transmission électrique dans le cours des dix dernières années, au moyen des courants continus et des courants alternatifs.

Des exemples d'applications récentes tant en France qu'à l'étranger viennent montrer qu'on peut considérer comme entrés dans la pratique les transports effectués dans un rayon de 50 *km* et qu'on dispose, pour les effectuer, de deux bonnes méthodes, l'une par courant continu et l'autre par courants alternatifs polyphasés.

Après avoir déterminé le prix de revient de l'énergie en fonction du

(1) Un vol. in-8° de 130 pages. Paris, Veuve Ch. Dunod, éditeur, 1899.

prix d'établissement des lignes, des appareils électriques et de la puissance motrice qui les alimente, l'auteur établit la comparaison entre les prix de revient de l'énergie distribuée électriquement et celui de l'énergie produite sur place à l'aide de moteurs à vapeur.

M. Blondel termine son très intéressant travail en concluant qu'au point de vue technique la transmission de l'énergie électrique est possible jusqu'à des distances qui peuvent dépasser 200 *km*. Si on fait entrer en ligne de compte le prix de revient, ce rayon d'action est provisoirement restreint entre 25 et 100 *km* et dépend des circonstances. Au point de vue économique, c'est l'énergie mise à la disposition de tous les ouvriers dans les campagnes où, la vie étant moins chère, la main-d'œuvre est également moins élevée que dans les villes. Au point de vue social, enfin, c'est la suppression des grandes agglomérations d'ouvriers si préjudiciables à la santé, des ateliers de famille pouvant facilement se créer dans des lieux peu habités.

G. Baignères.

OUVRAGES REÇUS

Du 16 février au 2 mars 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Agriculture.

BADOIS (E.). — *Notes sur l'épandage des eaux d'égouts de la Ville de Paris*, par E. Badois (Société des Agriculteurs de France. Section du génie rural. Séance du 27 décembre 1899) (in-8°, 245 × 160 de 18 p.). Paris, Imp. P. Mouillot, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39569

Chemins de fer.

CASTRO (JUAN JOSÉ). — *Estudio sobre los ferrocarriles Sud-Americanos y las grandes lineas internacionales*, publicado bajo los auspicios del Ministerio de Fomento de la República O. de l'Uruguay, y enviado à la Exposición universal de Chicago (in-8°, 280 × 190 de 651 p. avec 4 pl.). Montevideo, Imprenta à vapor de la Nación, 1893 (Don de la Oficina de Depósito, Reparto y Canje internacional de Publicaciones). 39595

Fifth Annual Report of the Boston Transit Commission for the year ending August 15, 1899 (in-8°, 235 × 150 de 75 pages avec 13 pl.). Boston, Rockwell and Churchill Press, 1899. 39570

Construction des machines.

LELOUTRE (G.). — *Échappement dans les machines à vapeur*, par G. Leloutre. (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 120 de 156 p.). Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, 1900 (Don de l'éditeur). 39568

Économie politique et sociale.

Annuaire des Syndicats professionnels, industriels, commerciaux et agricoles, constitués conformément à la loi du 21 mai 1884 en France et aux Colonies, 10e année 1898-1899 (in-8°, 215 × 135 de LIV-614 p.). (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, Direction du Travail). 39565

Mise en valeur du Congo français. Les grandes concessions. Sultanats du Haut-Oubangui (in-4°, 270 × 220 de 14 p. avec 2 pl.). Paris, Chaix, 1899 (Don de la Banque Industrielle et Coloniale). 39593

Électricité.

BAST (O. DE). — *Mesure des grandeurs électriques dans les circuits à courants alternatifs*, par Omer de Bast. (Extrait du Cours d'Électricité industrielle de Liège, publié dans le tome X du Bulletin de l'Association des Ingénieurs Electriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore) (in-8°, 245 × 145 de 62 p.). Liège, Léon de Thier, 1899 (Don de l'auteur). 39594

KAPP (G.) et LECLER (P.). — *Les machines dynamo-électriques à courant continu et à courants alternatifs*, par Gisbert Kapp. Traduit sur la troisième édition allemande par P. Lecler (in-8°, 220 × 140 de XI-562 p. avec 200 fig.). Paris, Béranger, 1900 (Don de M. P. Lecler, M. de la S.) 39572

Transactions of the American Institute of Electrical Engineers. Vol. XV (in-8°, 250 × 150 de x-812 p.). New-York City, Published by the Institute, 1899. 39597

Filature et Tissage.

SIMON (E.). — *Perfectionnements au métier Nortrop*, par M. E. Simon. (Extrait du Bulletin de novembre 1899 de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale) (in-4°, 270 × 220 de 10 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39562

Législation.

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels. Liste des Membres. Exercice 1899-1900 (in-8°, 230 × 155 de 55 p.). Bruxelles, Imprimerie Nouvelle. 39563

The Canadian Society of Civil Engineers. Charter, By-Laws and List of Members, 1898 (in-8°, 230 × 155 de 49 p.). Montreal, John Lovell and Son. 39564

Physique.

WALLON (E.). — *Leçons d'optique géométrique à l'usage des élèves de mathématiques spéciales*, par E. Wallon (in-8°, 250 × 165 de VI-342 p. avec 169 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1900 (Don de l'éditeur). 39566

Technologie générale.

LOUBAT (J.). — *Agenda aide-mémoire des Arts et Métiers 1900*, de J. Loubat (in-8°, 210 × 130 de 400 p.). Paris, J. Loubat et Cie, éditeurs, 1900 (Don des éditeurs). 39573

Transactions of the American Society of Civil Engineers. Vol. XLII, December 1899 (in-8°, 240 × 145 de VI-572-IX p.). New-York, Published by the Society, 1899. 39571

Ville de Paris. Annuaire de l'Observatoire municipal de Paris, dit Observatoire de Montsouris, pour l'année 1900 (Analyse et Travaux de 1898). Météorologie. Chimie, Micrographie, Applications à l'hygiène (in-18, 150 × 95 de XII-598 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1900 (Don de l'éditeur). 39567

Travaux publics.

Constructions Suisses. Publiées par la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes (III[e] Livraison, pp. 13 à 19 avec pl. 22 à 32 in-folio, 485 × 335). Zürich, Édité sous les auspices de la Société, 1900 (Don de la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes). 39590

Le Béton armé. Organe des concessionnaires et agents du système Hennebique, paraissant le premier de chaque mois. N[os] 1 à 21, première et deuxième année. 1[er] juin 1898 au 1[er] février 1900 (20 fascicules, 320 × 220). Rennes, Imprimerie des Arts et Manufactures (Don de M. Hennebique, M. de la S.) 39574 à 39592

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 16 FÉVRIER 1900

PRÉSIDENCE DE M. L. SALOMON, VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret de faire part du décès de MM. :

H. de Matthys, membre honoraire de la Société depuis 1885; a été Directeur général honoraire des Ponts et Chaussées de Belgique, et Président de l'Association des anciens élèves des Écoles spéciales de Gand;

Ch.-A. Caldaya, ancien élève de l'Ecole Centrale (1867), membre de la Société depuis 1874; a été dessinateur, puis Ingénieur à la Société générale de métallurgie (procédés Ponsard), et Ingénieur des hauts fourneaux et forges de MM. Harel et C^ie^, à Givors (Rhône).

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes :

Officiers de l'Instruction publique : MM. F.-Ch. Baudry, J. Bolle-Besson, E. Coutelier, P. Gassaud et Ch. Nizet;

Officiers d'Académie : MM. E. Baudon, J. Beloin, P. Bordé, E. Cartier, H. Dufresne, P. Fleury, R. Gandillot, A. Huc, F. Manaut, P. Pierrel, A. Raux et V. Weyer;

Officier du Mérite Agricole : M. J. Biès-Albert;

Chevaliers du Mérite Agricole : MM. E. Cartier et J. Henrivaux;

Commandeur du Dragon d'Annam : M. H. Doat;

Commandeur d'Isabelle la Catholique : M. H. Haguet.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance, liste qui figurera au prochain *Bulletin*.

M. LE PRÉSIDENT donne avis que notre Collègue M. Ed. Coignet se met à la disposition des Membres de la Société pour leur faire visiter un immeuble de six étages, qu'il termine place de la Bourse, sur les plans de M. J. Hermant. Sauf la façade, cet immeuble est entièrement construit en ciment armé.

Le rendez-vous est fixé au vendredi 23 courant, à 2 heures, place de la Bourse, au coin de la rue Réaumur.

M. LE PRÉSIDENT porte à la connaissance de la Société le texte du Règlement adopté par le Comité pour le Prix triennal fondé par notre regretté ancien Président, M. Gottschalk.

Prix A. Gottschalk.

Extrait du testament :

« Il versera également une somme de dix mille francs » (10 000) à la Société des Ingénieurs Civils de France, » dont j'ai été membre depuis 1857 et que j'ai présidée » en 1880. Cette somme sera placée par les soins du » Président, de façon que les intérêts cumulés en » soient employés à distribuer, tous les trois ans, un » prix qui portera mon nom, et qui sera attribué au » meilleur mémoire de mécanique industrielle paru » dans les Bulletins de la Société pendant les trois » années précédentes. »

« 1° Le PRIX A. GOTTSCHALK est décerné tous les trois ans à l'auteur du *meilleur mémoire de mécanique industrielle, paru dans les Bulletins de la Société pendant les trois années précédentes;*

2° Ce prix est représenté par une médaille d'or d'une valeur de 400 *f* et par une soulte en espèces;

3° Seront admis au concours les mémoires remis par des Membres de la Société et parus dans les Bulletins pendant les trois années qui précèdent l'échéance de l'annuité du Prix A. Gottschalk;

4° Ne seront pas exclus de ce concours les mémoires primés, ainsi que les mémoires de tous les Membres du Bureau et du Comité traitant un sujet de mécanique industrielle;

5° Le Jury sera composé du Président, des quatre Vice-Présidents en exercice et des Membres de la Section;

6° Si l'un des Jurés désire concourir, il devra faire connaître son intention par écrit avant le premier février de l'année du concours, et se récuser;

7° Dans le cas où le Président ou les Vice-Présidents en exercice seraient empêchés, les Membres du Jury nommeront leur Président ou Vice-Président;

8° La décision du Jury pour le Prix A. Gottschalk n'aura lieu qu'après le choix arrêté du mémoire auquel sera décerné le Prix Annuel de la Société.

N.-B. — Le Prix sera décerné, pour la première fois, dans l'Assemblée générale de juin 1903. »

Ce Règlement figurera dans l'Annuaire de 1900, actuellement en préparation.

L'ordre du jour appelle la Communication de M. A. Doniol, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, sur les *Mesures propres à faciliter et à rendre plus économiques la construction et l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways.*

Avant de donner la parole à notre Collègue, M. LE PRÉSIDENT rappelle le travail si intéressant que M. Doniol a publié sur cette question dans

la *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways* et dont le Gouvernement a tenu compte dans la rédaction du décret paru il y a deux jours, et portant modification au Règlement du 6 août 1881, relatif aux cahiers des charges types des chemins de fer d'intérêt local et des tramways.

M. A. Doniol expose les desiderata formulés par le Congrès international des chemins de fer en 1889, et commente les principales modifications qui viennent d'être apportées au Règlement du 6 août 1881. Il serait reconnaissant aux membres de la Société de lui signaler les objections ou additions qui pourraient être faites au travail qu'il a publié dans la *Revue générale des chemins de fer et des Tramways*.

M. L. Rey présente quelques observations, notamment sur l'entrevoie, le freinage des locomotives, les souterrains et le bornage; il estime qu'il y aurait lieu d'établir un cahier des charges type très simple pour les tramways urbains et de banlieue.

M. A. Doniol remercie M. Rey de ses judicieuses remarques, dont il prend bonne note.

M. le Président annonce qu'il a reçu de notre Collègue M. M. Cossmann une notice contenant quelques observations de détails qui confirment l'excellence des mesures proposées par M. Doniol. Il ajoute que la Société est très reconnaissante à ce dernier de la grande part qu'il a prise à la réglementation nouvelle et aux mesures beaucoup plus libérales qu'elle comporte.

Les Communications de MM. Doniol et Rey seront insérées au *Bulletin*.

M. le Président donne la parole à MM. de Perrodil et de Morsier pour leur Communication sur *un Gaz aérogène*.

Après quelques généralités sur les essais d'éclairage aux hydrocarbures, M. de Morsier décrit et fait fonctionner l'appareil von Vriesland, qui se distingue des autres appareils carburateurs en ce qu'il peut servir à l'éclairage des villes. Il donne les prix de revient dans quelques installations existantes.

M. Ch. Lartigue reconnait les qualités de l'appareil von Vriesland, mais il estime qu'il existe aussi, en France, des appareils répondant à toutes les conditions du problème de la carburation, et il montre celui de M. Cabrié, où l'hydrocarbure s'élève, par capillarité, dans une calotte composée d'une épaisse couche de fils de coton.

M. A. Lecomte ne veut pas discuter les mérites respectifs des deux appareils présentés, et s'en tient à quelques considérations d'ordre général. Il signale certains points sur lesquels il y aurait intérêt à avoir des explications et, si possible, des chiffres.

M. le Président remercie MM. de Morsier et Lartigue de leurs communications; il remercie également M. Lecomte des renseignements qu'il a donnés, et des questions qu'il a nettement posées. Il espère qu'un de nos Collègues voudra bien nous apporter la réponse à ces questions.

Les Communications de MM. de Perrodil, de Morsier et Lartigue, ainsi que les observations de M. Lecomte seront insérées au *Bulletin*.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. J.-G.-C. Barrière, J.-P.-R. de Blottefière, H.-A. Cardozo, J. Haour, N.-F.-P. Lapostolest, C. Nicolas, V. Purrey, J.-M.-B. Richard, comme Membres sociétaires, et de M. R.-F. Bapst comme Membre associé.

Sont admis comme Membres Sociétaires MM. :

E. Balut,	présenté par	MM. Cavallier, Dibos, Rogé.
G.-L. Bergerot,	—	Barbou, Javaux, Vuillaume.
H.-J.-J. Besnard,	—	Faber, Limousin, Maris.
C. Blondeau,	—	Bouvier, Cornier, Neyret.
J.-A. Moreal de Brévans,	—	Canet, Dumont, Baignères.
D. Casalonga,	—	Dumont, Mesureur, Simon.
T. Ducousso,	—	P. Henry, Postel-Vinay, Ch. Rousselle.
F. Dumas.	—	P. Jullien, A. Neveu, L. Rey.
M.-C.-A. Laferté,	—	Canet, Charvet, Michel-Schmidt.
A. Lavoix,	—	Mesureur, Casalonga, Mosès.
A. L'Hermite,	—	Betourné, Billaud, Candlot.
A. Millorat,	—	Centner, Fremont, Zaborowski
P.-J.-A. Rieunier,	—	H. Gauthier, Lecler, Rouquier.
P.-E. Wibratte,	—	Lacaze, Laurain, P. Mallet.

Comme Membre Associé, M. :

Ch.-J. Sauvelet, présenté par MM. Canet, Hignette, de Nansouty.

La séance est levée à onze heures.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

MÉMOIRES

TRACTION MÉCANIQUE

SUR RAILS ET SUR ROUTES

POUR LES TRANSPORTS EN COMMUN

PAR

MM. L. PÉRISSÉ ET R. GODFERNAUX (1)

DISCUSSION

Il a d'abord été donné lecture des différentes notes résumées ci-dessous :

NOTE DE M. P. GUÉDON

I. — Dans les études relatives aux divers modes de traction des tramways, on a souvent tendance à glisser sur les inconvénients de toute nature que présentent les divers systèmes électriques, et à s'appesantir au contraire sur les défauts des systèmes à vapeur.

Il faut n'avoir pas dirigé d'usine de production de force un peu importante, pendant un temps assez long, pour ignorer les ennuis, quelquefois journaliers, qui se présentent dans la marche de ces usines, malgré l'habileté et l'attention du personnel de conduite. Quant aux voitures elles-mêmes, il faut des soins constants dans l'entretien des moteurs, appareils de manœuvre, accumulateurs, etc.

D'autre part, les systèmes à vapeur dont on fait usage à Paris : Rowan, Francq, Serpollet, Purrey, sont beaucoup plus économiques comme frais d'installation. Bien établis — avec les perfectionnements et modifications que la pratique à indiqués, — convenablement conduits et entretenus, ces systèmes peuvent aussi assurer un excellent service, et ils sont encore économiques comme exploitation, en raison de l'emploi direct du combus-

(1) Voir Bulletins de décembre 1899, page 766, et janvier 1900 (1er fascicule), page 18 et séances des 2 février et 2 mars 1900.

tible et des plus faibles charges dont ils se trouvent grévés du côté de l'intérêt et de l'amortissement. Enfin, le bruit et l'odeur peuvent y être assez atténués pour qu'ils deviennent parfaitement acceptables par les voyageurs et les riverains, même dans les grandes villes.

Aussi, en dehors des lignes à grand trafic, pour lesquelles les Compagnies exploitantes peuvent employer les modes de traction les plus coûteux et établir les usines et les voitures avec tous les perfectionnements pouvant pallier les défectuosités habituelles de leur fonctionnement, il convient de s'en tenir le plus souvent à l'un des systèmes à vapeur énumérés ci-dessus, en établissant les moteurs et les voitures avec plus ou moins de soins, suivant le trafic lui-même ou les quartiers traversés par le tramway.

II. — Le prix de revient d'un système de traction ne devrait pas être indiqué d'une façon approximative ou moyenne, mais se rapporter exactement à des lignes en exploitation choisies comme exemples. On devrait, en outre, énumérer toutes les particularités qui influent sur le coût de la traction et dont la connaissance est nécessaire pour établir une comparaison entre les divers systèmes :

Longueur et profil des lignes;

Système de voie, sur accotement ou chaussée;

Contenance des voitures;

Vitesse moyenne de marche;

Nature des arrêts : fixes ou à la demande des voyageurs;

Nombre d'usines pour une même ligne, ou nombre de lignes alimentées par une même usine;

Puissance maxima et puissance habituellement développée

Consommation de combustible par cheval effectif;

Rendement des lignes électriques, accumulateurs, canalisations et compresseurs;

Coût du combustible, des diverses huiles de graissage et de l'eau;

Salaires (primes diverses comprises) des mécaniciens ou électriciens, des chauffeurs, ouvriers et manœuvres, wattmann ou machinistes, avec le nombre d'heures de travail ou de kilomètres effectués par jour;

Intérêt et amortissement des installations, etc.

On pourrait, avec de semblables données, établir le coût des divers modes de traction, pour une même ligne, avec des con-

ditions identiques, de fonctionnement économique des machines, de salaire des machinistes et ouvriers, de prix du combustible, etc., et on aurait alors une évaluation comparative aussi exacte que possible de la valeur économique des différents systèmes.

NOTE DE M. L.-L. VAUTHIER

Dans toute question de transport, une relation intime s'établit entre le véhicule et la voie, et l'on pourrait énoncer que, plus le véhicule se perfectionne, plus la voie elle-même se conditionne étroitement. Cette relation n'a certainement pas échappé aux auteurs du travail; ils en parlent en divers endroits, au sujet, notamment, des pentes et des courbes, et, lorsqu'il s'agit des automobiles sur route, au sujet des frais d'entretien que les trépidations dues aux inégalités de la voie occasionnent. Il semble néanmoins que ce côté de la question n'a pas été envisagé d'une façon systématique, et il serait utile que la discussion à intervenir portât sur cette considération importante.

La dite considération mérite, il faut le remarquer, d'attirer l'attention à un double point de vue.

De ce que, en France, la voie publique est gratuitement livrée à tous, au fond, la dépense de sa construction et de son entretien entre, pour une part, dans le prix de revient du transport. Chacun le reconnaît, lorsqu'il s'agit, comme pour les tramways, d'y poser des rails et d'y ajouter, sous une forme quelconque, des appareils et installations propres à conduire la force motrice. On peut négliger, mais on ne méconnaît pas, dans ce cas, en principe, la nécessité d'avoir égard à cette dépense supplémentaire. Pourquoi serait-on fondé à ne pas tenir compte de l'*usage* qu'on fait de la voie publique, surtout lorsqu'il s'agit de véhicules qui exigent que celle-ci soit entretenue avec des soins tout particuliers?

Quant au côté technique, on ne peut méconnaître davantage que, plus le véhicule est parfait, plus il comporte, pour la voie, d'exigences rationnelles. Force est, sans doute, de s'adapter aux dispositions de cette dernière, lorsqu'on ne peut faire autrement; et il faut savoir, dans une foule de cas, accepter avec la gravité une lutte à laquelle on ne peut se soustraire. Mais des tours de force ne constituent pas des solutions normales, et, pour le service urbain, particulièrement, on arrivera difficilement à des-

servir par traction mécanique une ville offrant des pentes, quelques-unes fort raides, comme Paris, dans des conditions aussi favorables qu'une ville en terrain parfaitement plat.

Quelque élémentaires qu'elles soient, ces considérations échappent quelquefois à l'attention. N'a-t-on pas vu préconiser l'emploi des automobiles comme solution de la question des transports dans des pays coloniaux dépourvus de routes? Et, quant à à ce qui touche spécialement aux tramways, quelles que soient les espérances qu'on fonde sur les progrès de ce mode de transport urbain, on ne peut méconnaître qu'il marche à rebours de ce qui paraît être une loi rationnelle : la spécialisation de la voie au système de véhicule qui la dessert. La coexistence, sur le même plan, de véhicules engagés dans des rails et de véhicules libres, la fixation, dans des chaussées faites pour ces derniers, de ces mêmes rails qui les coupent et les désagrègent, sont une solution bâtarde à laquelle l'avenir ne semble pas appartenir. Celui-ci est bien plutôt aux véhicules automobiles dirigeables. Quant aux véhicules guidés par des rails, leur place logique est dans des plans inférieurs ou supérieurs à celui des voies ordinaires, et Paris a, croyons-nous, pour l'organisation de ses transports intérieurs, manqué, depuis trente ans, la vraie solution, mal préparée d'ailleurs par les précédentes transformations de ses voies publiques. La circulation y est de plus en plus difficile et cette difficulté ne fera, croyons-nous, que croître avec le temps.

NOTE DE M. LÉON FRANCQ

M. L. Francq pense que la vitesse de 12 *km* admise pour l'intérieur des villes est insuffisante. Si l'on voulait, en effet, limiter à ce chiffre la vitesse maxima, il deviendrait impossible d'obtenir la vitesse commerciale nécessaire de 14 à 15 *km* à l'heure.

Aujourd'hui, avec les moyens puissants dont on dispose pour le démarrage comme pour le freinage, on peut (sans crainte pour la sécurité) admettre une vitesse maxima de 18 à 20 *km*.

A l'extérieur des villes, on devrait pouvoir porter cette vitesse maxima à 30 *km* en certains endroits; et, il est vraiment regrettable que le règlement d'administration publique, annexé à la loi du 11 juin 1880, ne permette pas d'aller au delà de 20 *km*.

En ce qui concerne la circulation dans les villes, M. Francq n'est pas d'avis que la voiture automotrice seule peut être ad-

mise. L'automotrice peut avoir ses avantages, mais elle a ses inconvénients. Les démarrages se font plus rapidement, mais les arrêts ne sont pas moins longs, ni la sécurité plus grande; par rapport aux voitures ordinaires qui circulent dans les rues, le danger est le même pour l'automotrice comme pour la locomotive d'un train, puisque la collision a toujours lieu à la tête du train; et comme les unités sont plus nombreuses avec l'application des automotrices, l'encombrement de la rue augmente et les causes de danger se multiplient.

D'autre part, si l'on exploite par formation de train, il devient facile (et c'est nécessaire pour une traction mécanique) d'offrir beaucoup de place au public; par exemple dans la proportion de cinq pour une.

Avec l'usage des locomoteurs, les voyageurs n'ont pas à supporter les inconvénients du voisinage des moteurs : trépidations, bruits, mauvaises odeurs, etc.

L'expérience a démontré, au surplus, que les trains composés de trois voitures gravissent lestement des rampes de 60 millièmes et circulent dans des courbes de 18 *m* de rayon, dans les meilleures conditions.

Donc, au point de vue spécial de l'exploitation technique, les avantages signalés par les auteurs en faveur de l'automotrice ne sont, à son avis, qu'apparents. En réalité, l'emploi de l'automotrice, à recette brute égale par kilomètre de ligne, est plus onéreux, parce qu'il donne lieu à la multiplication de certaines dépenses d'exploitation et par suite à l'élévation du coefficient d'exploitation. Partant de là, si l'exploitation est plus chère, les tarifs restent élevés; le public et le trafic en subissent les conséquences.

En ce qui touche la constitution même de la voiture automotrice, en général, M. Francq regrette que les voyageurs y éprouvent les inconvénients du démarrage, les trépidations et les secousses.

Malheureusement, ces inconvénients n'ont pas tous disparu, avec les dispositions adoptées pour les voitures électriques, par l'application de trucks à double suspension et de bogies dits « à maximum d'adhérence ».

Il est fâcheux aussi que, jusqu'à ce jour, il soit toujours nécessaire d'attaquer les essieux par des engrenages, au moyen de moteurs suspendus diversement. L'idéal serait évidemment de commander l'essieu directement.

Pour diminuer le mouvement désagréable du tangage qui fatigue le voyageur, qui fatigue également la voie et le matériel roulant lui-même, en favorisant le déraillement, il paraît donc indispensable de renoncer à l'usage du truck et, par conséquent, aux voitures ayant plus de 2 *m* d'empattement pour passer dans des courbes de 20 *m* de rayon.

Peu à peu, on arrivera à reconnaître la nécessité de créer exclusivement des voitures à bogies, soit avec un essieu ou, ce qui est préférable, avec deux essieux par bogie. Jusqu'ici chaque bogie ne comporte généralement qu'un seul moteur ; on a employé un dispositif américain avec deux essieux et des roues de diamètre inégal dans le but de favoriser le logement des moteurs et pour réaliser le plus possible le maximum d'adhérence.

Mais, ces divers systèmes n'ont pas réussi à diminuer la brutalité des démarrages ni le désagrément des trépidations et des secousses. Le bogie, en effet, ne se dirige pas toujours convenablement, les déraillements sont fréquents, la stabilité du bogie laisse à désirer et l'adhérence maxima n'est pas réelle.

C'est pour obvier à ces inconvénients, que la Compagnie des Tramways mécaniques des environs de Paris (nord-ouest parisien), qui avait déjà créé des voitures remorquées à suspension spéciale, en 1896, entre Saint-Germain et Poissy, procède en ce moment à la création de voitures électriques à doubles bogies, chacun de ceux-ci portant, symétriquement disposés, deux moteurs au lieu d'un, et une suspension indépendante de la suspension ordinaire, qui aura pour but d'atténuer la brusquerie du démarrage, les secousses et les trépidations.

Les bogies en question auront de plus l'avantage de se diriger, la voiture étant parfaitement stable, d'une façon rationnelle, quel que soit le sens de la voiture et sa vitesse, sans risque de déraillement. Quant à l'adhérence, elle sera complète.

Sur la question du poids mort des voitures automotrices, il est bien évident qu'il faut réduire ce poids dans la plus grande mesure possible, sans toutefois compromettre la solidité du matériel et son entretien, la sécurité, l'économie d'exploitation et la bonne marche du matériel. Mais, après tout, dans le cas d'une voiture à quatre moteurs, un excédent de poids mort qui se traduit par une augmentation de dépense d'énergie, se résume par un excédent de la dépense d'exploitation, qui n'atteint pas le vingtième de la dépense totale.

Dans ces conditions, il n'est pas douteux que ce sacrifice ne soit

compensé, et largement rémunéré, par des avantages inappréciables et des résultats qui découleront d'une plus grande vitesse, du confortable, de la sécurité de marche et d'une meilleure répartition de la charge sur les rails.

En ce qui concerne la traction par locomotives sans foyer, M. Francq fait remarquer que, depuis 1877, ces locomotives ont rendu des services appréciés au sein des grandes villes. On ne peut donc pas énoncer que ces locomotives ne sont appliquées, ou ne peuvent être appliquées, qu'en dehors des villes, puisque depuis longtemps elles circulent à Paris, à Lille, à Roubaix, à Tourcoing, à Marseille, à Lyon et ailleurs.

Le système appliqué sous forme de locomotive sans foyer peut (cela se conçoit) s'appliquer tout aussi bien sur une voiture automotrice; la preuve en est fournie par des applications de ce genre qui ont été faites en Angleterre, en Belgique et aux États-Unis.

Si, jusqu'à présent, M. Francq n'a pas fait d'applications de voitures automotrices à *eau chaude* ou *sans foyer*, en France, c'est tout simplement parce qu'il considère que la voiture automotrice fait une exploitation moins rémunératrice et qu'un service, par formation de trains est plus avantageux qu'un service par voitures isolées, au point de vue financier.

Enfin, sur la question des prix de revient de la traction, M. Francq signale que la comparaison, telle qu'elle a été présentée dans le mémoire, peut donner lieu, à première vue, à confusion, malgré la remarque faite par MM. Périssé et Godfernaux. puisque l'on met en ligne des prix qui se réfèrent pour certains systèmes, au *kilomètre-voiture* et, pour la locomotive sans foyer, au *kilomètre-train*.

Comme il importe d'éviter des erreurs d'appréciation par le seul examen du tableau comparatif tel qu'il est présenté, M, Francq rappelle que la traction à vapeur sans feu de son système, depuis vingt-deux années a coûté ce qui suit par kilomètre-voiture :

Étoile à Saint-Germain	0,149 *f*
Saint-Germain à Poissy	0,178
Rueil à Marly-le-Roi	0,105
Lille à Roubaix	0,139
Lille à Tourcoing	0,139
Lyon à Bron et à Montplaisir . . .	0,213
Batavia à Meester Cornelis	0,062

NOTE DE M. MARQUET

M. Marquet, rappelant que les auteurs du mémoire ont exposé l'état actuel de l'industrie des transports en commun au point de vue de l'art de l'Ingénieur, se propose de présenter quelques observations en se plaçant au point de vue de l'exploitation.

Une entreprise de tramways est une œuvre d'utilité publique, mais, comme toute autre, elle ne peut se fonder sans capitaux, et, à côté de l'intérêt général, celui du public appelé à se servir du tramway, il y a l'intérêt particulier de fondateurs de l'entreprise, actionnaires ou commanditaires.

L'exploitation d'un réseau de tramways a donc pour double objectif un service public et une rémunération de capitaux.

Et la question qui se pose tout naturellement est la suivante : Quel est, *dans des conditions données*, le mode de traction le plus avantageux?

Nous disons « dans des conditions données », ajoute M. Marquet, parce que nous croyons qu'on ne peut faire à cette question de réponse générale, mais que chaque cas particulier comporte une étude distincte.

Ne pouvant examiner tous les cas qui se présenteront dans la pratique, nous en considérerons deux : celui d'un réseau de très grande ville, comme Paris, et celui d'un réseau de petite ville de province d'une cinquantaine de mille d'habitants.

Pour comparer entre eux, au point de vue économique, les différents modes de traction, il faut faire entrer en ligne de compte, non seulement les dépenses d'exploitation proprement dites, mais aussi l'amortissement des dépenses de premier établissement ainsi que la rémunération du capital.

I. — RÉSEAU DANS PARIS

M. Marquet suppose une ligne ayant 10 *km* de longueur.

1° Voie.

La voie sera double, en rails Broca d'un poids supérieur à 40 *kg* posée sur fondation bétonnée.

Dans ces conditions, le prix du kilomètre de voie simple est de 85 000 *f* environ, mais peut atteindre 100 000 *f*, ainsi qu'il résulte d'un renseignement fourni en séance par M. de Marchena.

L'équipement électrique de la voie (1) (dans le cas de tramways recevant l'énergie d'une façon continue d'une usine génératrice) peut s'évaluer comme il suit :

α. Traction par trolley.

Connexion des rails	3 000 *f*	Par kilomètre de voie double.
25 poteaux-consoles	10 000	
Fils de contact, isolateurs, etc.	8 000	
Total	21 000 *f*	

6. Traction par caniveau.

La Compagnie française pour l'exploitation du procédé Thomson-Houston estime à environ 100 000 *f* le coût du caniveau par kilomètre de voie simple, soit 200 000 *f* par kilomètre de voie double.

γ. Traction Claret-Vuilleumier et Diatto.

Le prix de l'équipement électrique de la voie est de 35 000 *f* avec le premier système et de 30 000 *f* avec le second par kilomètre de voie simple (évaluations de MM. Maréchal et Ernest Gérard).

En outre, dans une grande ville, il faut prévoir l'installation de feeders; le prix de revient des feeders peut s'élever aux environs de 10 000 *f* par kilomètre de ligne (M. Maréchal).

En résumé, le coût de la voie, pour 10 *km* de voie double, sera, suivant les cas, de :

Traction par automobiles produisant elles-mêmes leur force motrice ou l'ayant emmagasinée. .	1 700 000 *f*
Traction par Trolley	2 010 000
Traction par caniveau	3 830 000
Traction Claret-Vuilleumier.	2 530 000
Traction Diatto	2 430 000

2° Matériel roulant.

Le nombre de voitures nécessaires dépend du trafic de la ligne. Pour une ligne très fréquentée l'espacement moyen des départs est de 5 minutes, mais, à certaines heures de la journée, les départs ont lieu toutes les 3 minutes; le nombre de voitures néces-

(1) D'après M. Ernest Gérard, Traité d'électro-traction.

saires doit être calculé d'après ce dernier chiffre. La vitesse moyenne étant de 10 *km* le nombre de voitures nécessaires sera de 40; en tenant compte des voitures en réserve, on arrive au total de 48 ou 50 (50 dans le cas d'automobile à foyer).

Les prix moyens des grandes automobiles (contenance de 30 places environ) sont les suivants :

Automobile Rowan (1)	30 000 *f*
— Serpollet (2)	23 000
— Mékarski (2)	25 000
— à accumulateurs (3)	25 000
— électrique à prise de courant (4) . . .	20 000

3° Dépôts, ateliers et magasins.

On compte en moyenne 40 m^2 de terrain bâti par voiture. Le prix du mètre carré est très variable; à la Compagnie des Omnibus le prix du mètre carré bâti atteint 215 *f*; mais, en supposant que ces dépôts soient situés dans des quartiers excentriques, on peut prendre leur prix moyen de 100 *f* au mètre carré.

4° Usines.

α. Traction a l'air comprimé.

La consommation d'air comprimé pour une grande automobile de 30 places est d'environ 10 *kg* par kilomètre parcouru; pour 40 voitures en service simultanément et parcourant 10 *km* par heure, la dépense par heure sera de 4 000 *kg* d'air comprimé et en comptant que 1 *ch* produit 5 *kg* d'air, la puissance de l'usine sera de 800 *ch;* et en majorant d'un tiers pour la réserve, on arrive à 1 000 *ch* environ.

Le prix de revient du cheval tout équipé pour une grande usine est en moyenne de 450 *f*, se décomposant comme suit :

Générateurs	50 *f*
Moteurs et accessoires	150
Réservoirs d'air, tuyauterie.	50
Bâtiments et fondations	150
Alimentation d'eau	50
Total	450 *f*

(1) Compagnie générale des Omnibus.
(2) Compagnie des chemins de fer Nogentais.
(3) Tramways de Paris et du département de la Seine.
(4) Compagnie Thomson-Houston.

En outre qu'on est, en général, forcé d'établir une canalisation sur au moins la moitié du parcours, soit sur 5 *km*, au prix de 10000 *f* par kilomètre, la canalisation d'air comprimé reviendra à 50 000 *f*.

β. Traction électrique par accumulateurs.

La puissance de l'usine génératrice doit correspondre à environ 15 *ch* par voiture en service, soit 600 *ch* pour 40 voitures; en tenant compte d'un tiers pour les réserves, la puissance totale sera de 800 *ch*.

D'après M. Maréchal, les dépenses de premier établissement dans le cas d'une grande usine sont, en moyenne, de 550 *f* par cheval, se décomposant ainsi :

Moteurs et chaudières	150 *f*
Matériel électrique.	200
Maçonnerie et bâtiment	150
Total	500 *f*

Le coût total de l'usine sera donc de 400000 *f*.

γ. Traction par trolley, caniveau ou conducteurs interrompus.

Pour une ligne à grande fréquentation on peut compter 15 *ch* à l'usine par voiture en service, soit donc 600 *ch*; en tenant compte d'un tiers pour les réserves on arrive à une puissance totale de 800 *ch*, soit, au prix moyen de 500 *f* par cheval, une dépense totale de 400000 *f*.

En résumé, les dépenses de premier établissement pour les différents modes de traction sont :

Traction Serpollet	3050000 *f*
— Rowan	3400000
— par accumulateurs. . . .	3492000
— par trolley	3562000
— par l'air comprimé. . . .	3642000
— Diatto.	3982000
— Claret-Vuilleumier. . . .	4082000
— par caniveau	5382000

Les charges financières de l'exploitation comprennent :

1° L'amortissement du matériel et de la voie.

2° L'intérêt et l'amortissement du capital de premier établissement.

La première de ces charges a un caractère obligatoire pour la bonne marche de l'exploitation ; la seconde n'a pas ce même caractère, mais, néanmoins, il est juste que les capitaux engagés reçoivent une rémunération. On admet couramment que les périodes d'amortissement sont de :

10 ans pour le matériel roulant;
15 — matériel fixe;
20 — la voie.

Quant à la période d'amortissement du capital engagé, l'auteur adopte une période de 50 ans, durée moyenne des concessions de tramways.

Le taux d'amortissement sera près de 3 1/2 0/0; quant à l'intérêt du capital engagé, nous le prendrons de 5 0/0.

Dans ces conditions, les charges (1) de l'exploitation sont les suivantes :

	Charges totales.	Charges par kilomètre-voiture (2).
Traction Serpollet	325 000 *f*	0,211 *f*
— Rowan	374 000	0,251
— par accumulateurs .	368 120	0,247
— par trolley	364 120	0,244
— par l'air comprimé .	376 890	0,252
— Diatto.	402 920	0,269
— Claret-Vuilleumier.	410 920	0,276
— par caniveau . . .	527 920	0,354

Dépenses d'exploitation.

Les dépenses d'exploitation comprennent un certain nombre de chapitres communs à tous les modes de traction. M. Marquet adopte les chiffres fournis par la Compagnie générale des Omnibus pour l'exercice 1898 et qui sont les suivants :

(1) Les charges d'amortissement sont de :

85 *f* par 1 000 *f* en 10 ans,
52 *f* par 1 000 *f* en 15 ans,
35 *f* par 1 000 *f* en 20 ans.

L'intérêt et l'amortissement du capital est de 55 *f* pour 1 000 *f*.

(2) Dans l'hypothèse où nous nous sommes placés, le nombre de kilomètres-voitures est de 1 489 000 par an, en comptant 17 heures de travail par jour.

Dépenses par kilomètre-voiture (traction mécanique).

Frais généraux, contributions, etc. . .	0,277 *f*
Service de voyageurs	0,126
Voie et bâtiments.	0,112
	0,515 *f*

L'auteur examine ensuite les dépenses spéciales à chaque système de traction, qui sont les dépenses de traction proprement dite et les dépenses d'entretien du matériel roulant.

1° *Traction Serpollet.* — Les dépenses de traction et d'entretien du matériel ont été de 0,413 *f* à la Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine, se décomposant comme il suit :

Production de vapeur	0,174 *f*
Mécaniciens	0,103
Entretien	0,136
	0,413 *f*

2° *Traction Rowan.* — D'après un rapport de M. Ziffer au Congrès de l'Union internationale de Tramways en août 1898, le prix de revient de la traction Rowan est de 0,346 *f* à la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

3° *Traction à l'air comprimé.* — Les dépenses par kilomètre-voiture sont de :

0,364 *f* à la Compagnie des Nogentais. . . . { Traction 0,264 *f*, Matériel 0,100 *f*.

0,353 *f* à la Compagnie de Saint-Maur-les-Fossés { Traction 0,198 *f*, Matériel 0,155 *f*.

0,271 *f* à la Compagnie des Tramways de Nantes { Traction 0,198 *f*, Matériel 0,073 *f*.

et 0,373 à la Compagnie d'Aix-les-Bains. . . { Traction 0,224 *f*, Matériel 0,149 *f*.

Mais il faut tenir compte de ce que les automobiles des deux premières Compagnies sont de 50 places tandis que celles de la troisième sont de 32 places seulement.

Si, en outre, on tient compte de ce que le prix du charbon et des huiles, etc., et les salaires sont plus élevés à Paris, on peut admettre un prix moyen de 0,350 *f* par kilomètre-voiture.

Traction par trolley. — M. Marquet cite les chiffres qu'il a recueillis sur les dépenses d'exploitation de différents réseaux et, pour bien définir dans quelles conditions de trafic ces réseaux sont exploités, il a indiqué le nombre annuel de kilomètres-voiture par kilomètre de ligne, c'est-à-dire ce que l'on peut appeler la *fréquentation* de la ligne.

DÉSIGNATION DES RÉSEAUX	NOMBRE DE KILOM.-VOIT. par kilom. de réseau	DÉPENSES PAR KILOMÈTRE-VOITURE		TOTAL
		TRACTION	MATÉRIEL	
		f	*f*	*f*
Clermont-Ferrand à Royat.	58975	0,174	0,026	0,200
Réseau suburbain d'Angers	36312	0,126	0,013	0,139
Réseau urbain d'Angers	71660	0,144	0,009	0,123
Versailles à Saint-Cyr	11288	0,125	0,089	0,214
Rennes.	55986	0,113	0,012	0,125
Le Havre.	76997	0,181	0,040	0,221
Rouen	77850	0,120	0,073	0,193
Dijon	51392	0,105	0,025	0,130
Besançon.	»	»	»	0.244
Lyon-Croix-Rousse à Caluire. . . .	39000	0,166	0,051	0,217
Châlons-sur-Marne	47904	0,125	0,021	0,146

A tous ces chiffres il faudrait ajouter 0,01 *f* pour l'entretien du fil aérien. Du tableau précédent il résulte que, dans le cas d'une ville comme Paris, on peut admettre que le prix moyen du kilomètre-voiture serait de 0,22 *f*, comme l'ont indiqué MM. Godfernaux et Périssé.

Traction par accumulateurs. — La Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine a mis successivement en service trois types de voitures à accumulateurs; avec les anciennes voitures la dépense était de 0,509 *f* par kilomètre. Les voitures du deuxième type ne dépensaient plus que 0,36 *f*; quant aux voitures du troisième type elles ne dépensent probablement que 0,32 *f* par kilomètre.

6° *Traction électrique par caniveau.* — Les installations de ce genre étant assez rares en France, ou bien faisant partie de réseaux où d'autres modes de traction sont employés, il est assez difficile d'avoir des renseignements.

Les tramways de Blackpool, qui emploient des voitures de 48 à 54 places, accusent les dépenses suivantes par kilomètre-voiture.

Personnel	0,105 *f*
Entretien de la canalisation	0,023
— des moteurs	0,030
— des voitures et de l'usine	0,021
Peinture et décoration	0,012
Charbon, coke, huile	0,046
Eau et gaz	0,023
TOTAL	0,260 *f*

Aux tramways de Buda-Pest, on a :

Entretien de la canalisation	0,028 *f*
— du matériel	0,050
Traction et ateliers	0,173
TOTAL	0,251 *f*

M. Marquet adopte ce chiffre de 0,251 *f* par kilomètre-voiture.

7° *Traction Claret-Vuilleumier.* — Les dépenses d'exploitation peuvent se décomposer comme suit :

Usines et dépôts	0,103 *f*
Ligne électrique	0,010
Matériel roulant	0,050
Wattmann	0,080
TOTAL	0,243 *f*

8° *Traction Diatto.* — Les renseignements manquent sur les dépenses d'exploitation par ce système, mais on peut très vraisemblablement admettre qu'elles se rapprochent des précédentes, quoique inférieures sans doute, et prendre le chiffre de :

0,240 *f*.

En résumé, les dépenses d'exploitation, dans les différents cas, se présentent comme il suit, dans le cas d'une ville comme Paris :

Dépenses communes à tous les modes de traction . 0,315 *f*.

Dépenses spéciales :

Traction par trolley	0,220 *f*
— Diatto	0,240
— Claret	0,247
— par caniveau	0,251
— par accumulateurs. . . .	0,320
— par l'air comprimé . . .	0,350
— Rowan.	0,364
— Serpollet.	0,413

Et les dépenses totales par kilomètre-voiture sont les suivantes :

	Intérêt et amortissement.	Dépenses d'exploitation.	Total.
	—	—	—
Traction par trolley	0,244 *f*	0,735 *f*	0,979 *f*
— Diatto	0,269	0,755	1,024
— Claret	0,276	0,762	1,038
— par accumulateurs .	0,247	0,835	1,082
— par l'air comprimé .	0,252	0,865	1,117
— par caniveau. . .	0,354	0,766	1,120
— Rowan.	0,251	0,879	1,130
— Serpollet.	0,211	0,928	1,139

II. — CAS D'UNE PETITE VILLE DE PROVINCE

M. Marquet a suivi la même marche que ci-dessus mais en se basant sur les hypothèses suivantes :

1° Voie.

Longueur de la ligne, 10 *km*.

Voie simple en rail de 36 *kg*, 26 000 *f* le kilomètre. On comptera en plus 1 *km* pour les voies d'évitement.

Équipement électrique de la voie pour système à trolley à poteaux-consoles, 16 000 *f* le kilomètre.

2° Matériel roulant.

Les voitures de 30 places coûtent, suivant les systèmes :

Rowan.	25 000 *f*
Serpollet.	18 000
Mékarski.	14 000
A accumulateurs	18 000
A trolley	13 000

Le nombre de voitures nécessaires peut se déterminer ainsi : Départ : toutes les dix minutes au maximum, tous les quarts d'heure en moyenne. Vitesse commerciale, 10 *km.* 12 voitures sont nécessaires : et en tenant compte de 2/3 pour les réserves, il en faudra 16 dans le cas des automobiles sans foyer et 17 dans le cas d'automobiles à foyer.

Les dépenses totales de matériel roulant seront donc de :

Traction Rowan.	425 000 *f*
— Serpollet.	306 000
— à air comprimé	224 000
— a accumulateurs.	288 000
— a trolley.	208 000

3° Dépôts, ateliers et magasins.

40 m^2 par voiture à 50 *f* le mètre carré, soit 2 000 *f* par voiture.

4° Usines.

Le prix des voitures varie suivant le mode de traction.

α. — *Traction par l'air comprimé.* — Consommation d'air par kilomètre-voiture, 7 *kg*, soit pour 12 voitures en service simultanément et parcourant 10 *km* par heure, une dépense de 840 *kg* d'air comprimé : 1 cheval-vapeur donne 5 *kg* ; puissance de l'usine, 168 *ch.* En tenant compte de 1/3 pour les réserves, 230 *ch.* Pour une petite usine, on peut compter 750 *f* par cheval tout équipé. Prix de l'usine, 173 000 *f* dont 46 000 pour les bâtiments.

β. — *Traction par accumulateurs.* — 15 *ch* par voiture en service, soit 180 *ch* ; 240 avec les réserves. Prix du cheval tout équipé, 800 *f.* Prix de l'usine, 192 000 *f* dont 46 000 pour les bâtiments.

γ. — *Traction par trolley.* — Pour une ligne à faible fréquentation, on compte 25 *ch* à l'usine par voiture en service, soit 300 *ch* et 400 avec les réserves. Prix du cheval tout équipé, 800 *f.* Prix de l'usine, 240 000 *f*, dont 46 000 pour les bâtiments.

En résumé, les dépenses totales de premier établissement sont dans le second cas.

Traction Rowan	745 000 *f*
— Serpollet.	626 000
— à air comprimé	715 000
— par accumulateurs. . . .	798 000
— à trolley	946 000

Les charges qui en résultent pour l'exploitation sont, dans les mêmes hypothèses que précédemment, les suivantes :

	Charges totales.	Charge par kilomètre-voiture (1).
Traction Rowan	87 110 *f*	0,213 *f*
— Serpollet	70 450	0,172
— à air comprimé. .	74 980	0,183
— à accumulateurs .	85 972	0,210
— à trolley	96 108	0,235

Dépenses d'exploitation.

Comme ci-dessus, elles comprennent :

A. — Les DÉPENSES COMMUNES à tous les modes de traction par kilomètre-voiture :

Frais généraux et divers	0,10 *f*
Service des voyageurs.	0,08
Voie et bâtiments	0,07
TOTAL.	0,25 *f*

B. — Les DÉPENSES SPÉCIALES de traction et matériel, variables avec les systèmes adoptés.

1° *Traction Serpollet.*

Production de vapeur	0,12 *f*
Mécanicien	0,06
Entretien du matériel	0,14
TOTAL	0,32 *f*

2° *Traction Rowan.* — On peut prendre le chiffre de 0,20 *f*, moyenne entre les deux chiffres ci-dessous :

Tramways de Tours à Vouvray. . .	0,239 *f*
— bretons	0,157

3° *Traction à l'air comprimé.* — M. Marquet adopte le chiffre des tramways de Nantes, soit 0,270 *f*.

(1) 4 900 kilomètres-voiture en supposant quatorze heures de travail par jour.

4° *Traction à accumulateurs.* — Avec les voitures à 32 places on peut admettre un prix de revient de 0,25 *f* au kilomètre-voiture.

5° *Traction à trolley.* — Les conditions d'exploitation des tramways de Fontainebleau, Rennes, Dijon, peuvent être prises comme type, et le chiffre de 0,170 *f* pour la dépense par kilomètre-voiture paraît présenter une marge suffisante pour couvrir tout aléa.

En résumé, les dépenses totales par kilomètre-voiture s'établiraient comme suit dans le cas d'une petite ville :

	Intérêts et amortissements.	Dépenses d'exploitation.	Total.
Traction par trolley	0,235 *f*	0,420 *f*	0,655 *f*
— Rowan.	0,213	0,450	0,663
— à air comprimé . . .	0,183	0,520	0,703
— par accumulateurs .	0,210	0,500	0,710
— Serpollet	0,172	0,570	0,742

M. P. Regnard fait remarquer qu'aucun renseignement n'est donné dans la partie du mémoire qui traite des prix de revient des divers systèmes de traction mécanique, sur le prix afférent à la traction funiculaire. Ce renseignement ne manquerait pourtant pas d'intérêt. Le funiculaire de Belleville, sur lequel on plaisantait autrefois si volontiers, et bien à tort, a suffisamment fait ses preuves aujourd'hui. Si on considère les services inappréciables qu'il rend à une partie de la population parisienne, et son extrême bon marché, puisque le prix du parcours total n'est que de 0,05 *f* et que l'affaire semble bonne pour ceux qui l'ont entreprise, on est porté à penser que son prix de traction doit être inférieur à celui de la plupart des autres systèmes.

M. H. Rodrigues-Henriques, à propos du funiculaire de Belleville, fait observer que la vitesse du câble est de 11 *km* environ à l'heure (au lieu de 10) et que les frais de traction par train-kilomètre de deux voitures (57 places en tout) montent à environ 0,55 *f* (au lieu de 0,72 *f*.)

Il est d'ailleurs difficile de savoir exactement ce que chaque Compagnie fait entrer dans ces frais. Il indique entre autre les renseignements statistiques intéressants suivants :

1° Voyageurs transportés :

En 1898	4.923.941
En 1899	5.192.269

2° Rapport des places occupées aux places offertes :

En 1898	67,8 0/0
En 1899	66,3 0/0

3° Nombre des voyages effectués par trains de deux voitures :

En 1898	131.060
En 1899	138.013

4° Recette brute kilomètre-voyageur (2 *km* de longueur par kilomètre de voie :

1898 . . . . . Fr.	232.920,25
1899	245.338,45

Le fils de notre ancien président, M. J.-B. Hersent, a écrit une lettre qui peut se résumer ainsi qu'il suit :

Observations sur la traction par l'air comprimé particulièrement suivie et étudiée par M. Hersent sur les tramways de Vichy et de Nogent : Les auteurs prennent comme exacts les chiffres donnés par M. de Marchéna, sur les rendements de l'air comprimé, qui varieraient entre 27 et 38 pour cent. Ce calcul est établi en négligeant la plus grande partie de l'effet du réchauffage de l'air par la vapeur avant et pendant la détente, alors que ce réchauffage forme la base fondamentale de tous les systèmes de transmission de force par l'air comprimé: sans le réchauffage, si la température extérieure est 0°, ou au-dessous, le rendement est nul, la détente n'étant qu'une transformation en travail des calories contenues dans la masse d'air. Au surplus, les calculs complets du rendement, en tenant compte du réchauffage se trouvent dans l'ouvrage sur l'air comprimé appliqué aux tramways, de notre collègue, M. Barbet, et ces calculs démontrent que le rendement est de 65 pour cent.

Les prix de revient de traction doivent, pour être précis et indiscutables, être les résultats d'une exploitation réelle notés par une comptabilité administrative. Établir des prix de revient en supposant 80 pour cent de rendement au moteur, pour le système Rowan, 2 *kg* de coke consommé par cheval pour le Serpollet, 85 pour cent pour le rendement du moteur Francq, etc.,

paraît une méthode un peu capricieuse. De même pour les frais d'entretien, il faut indiquer la source des renseignements dont ils ont été déduits ; autrement, chaque auteur, pourra prendre tels chiffres qui lui conviendront pour arriver au classement au premier rang du système préféré. Ainsi, les auteurs classent second, avec un prix de revient de 0,31 *f* la traction par accumulateurs, alors que par des marchés qui n'ont pas encore reçu la sanction de la pratique, ce système revient aux environs de 0,40 *f* aux Compagnies de tramways. Pour l'air comprimé, le prix de traction a été établi en prenant pour l'entretien du matériel un chiffre de 0,11 *f* par kilomètre-voiture, alors que la comptabilité de Vichy indique 0,07 *f* et la comptabilité de Nogent 0,075 *f*.

M. J.-B. Hersent a tenu à signaler ces chiffres pour qu'on ne juge pas trop défavorablement, et sans enquête, les prix de revient de l'exploitation par les systèmes non électriques. L'électricité a eu la bonne fortune de fixer l'attention des Ingénieurs qui l'ont incessamment perfectionnée, les autres systèmes sont, au contraire, presque restés stationnaires. Dans l'air comprimé, M. Hersent a fait à Vichy et à Nogent, d'accord avec son collègue M. Barbet, des essais pour remplacer les moteurs ordinaires par des moteurs Compound où l'air se mélange à la vapeur avant l'entrée dans le premier cylindre et, à sa sortie de ce premier cylindre, passe dans un serpentin où le mélange est réchauffé de nouveau avant de travailler dans le second cylindre. Ces essais ont donné d'excellents résultats, d'abord au point de vue de la consommation d'air, qui a été réduite de 15 pour cent, puis au sujet du réchauffage qui, se faisant dans un appareil à feu continu, n'obligeait pas à des rechargements de vapeur incommodes. Les avantages que présentent des systèmes qui ne nécessitent pas l'installation, dans les rues, d'appareils compliqués, gênants et disgracieux, sont indéniables, et M. Hersent a tenu à attirer sur les systèmes non électriques l'activité de nos collègues qui les mettrait aisément à même de lutter, à tous les points de vue, et avantageusement, contre les meilleurs systèmes électriques.

M. Ed. Badois, dans une note succincte dont il donne lecture, démontre que le système de traction par l'air comprimé a un rendement meilleur que celui qui lui est attribué par MM. Périssé et Godfernaux.

Il rappelle que M. Mékarski a réalisé d'aussi près que possible le régime isothermique, aussi bien pour la période de compression que pour celle de détente et d'action; qu'en particulier son invention se caractérise par le réchauffage de l'air préalablement à son admission au cylindre moteur et l'addition au mélange d'un peu de vapeur chaude; une température convenable est ainsi maintenue pendant la détente, et jusqu'à l'échappement final, par échange de chaleur intermoléculaire, ce qui est très important.

Il rappelle aussi qu'en 1895, en opposition avec l'affirmation de M. de Marchéna, que le travail recueilli aux jantes de la voiture à air comprimé ne pouvait être que 0,18 à 0,20 de celui indiqué à la machine fixe de l'usine, il avait indiqué que ce rapport, en marche industrielle, était de 0,357 aux chemins de fer Nogentais et pouvait atteindre et dépasser 0,57 avec des appareils plus parfaits.

Plusieurs faits sont venus confirmer ces dernières estimations. Les premières maisons de constructions mécaniques ont proposé et fourni des appareils de compression, avec garantie de production de 6 *kg* d'air comprimé jusqu'à 80 *kg* de pression, par kilogramme de charbon brûlé, ce qui correspond à 4,20 *kg* d'air comprimé à cette pression, par cheval-vapeur obtenu, avec 700 *gr* de charbon à l'heure. Le kilogramme d'air comprimé à cette pression coûte donc environ 64 000 *kgm* de puissance; ce même kilogramme d'air, sur la ligne de Saint-Augustin-Cours de Vincennes, vainc une résistance, aux jantes des roues, de 23 874 *kg*; le rapport est $\frac{23\,874}{64\,000} = 0{,}373$.

Le rendement calculé par les auteurs du mémoire, soit 0,27 pour l'air comprimé à 80 *kg* est donc erroné. Cela vient de ce qu'ils n'attribuent à l'ensemble de la machine à vapeur et du compresseur qu'un rendement de 0,464 à 0,504, tandis que l'on obtient dans les bonnes installations 0,79 et qu'on a à l'usine Popp à Paris 0,8084.

Il faut, d'après cela, rectifier les conclusions relatives au prix de revient de la traction à l'air comprimé. La tonne d'air comprimé ne coûte pas 18 *f*, mais 12 *f*. D'autre part, il n'est pas légitime de compter 0,11 *f* par kilomètre pour l'entretien des voitures à air comprimé, tandis qu'il n'est compté pour les voitures électriques, de même contenance, que 0,05 *f* pour cet entretien; en réalité, il doit être sensiblement le même dans le dernier cas.

On arrive ainsi, comme dépense de traction par voiture-kilomètre à 0,243 *f*, au lieu de 0,359 *f*. Cela est confirmé par les résultats effectifs d'une exploitation bien conduite et bien surveillée qui donnent moins de 0,25 *f*. Ce prix s'entend pour une voiture automotrice se véhiculant seule. L'air comprimé a l'avantage, dont ne jouissent pas en général, dans des conditions aussi commodes, les systèmes électriques, en particulier le système par accumulateurs, de pouvoir mettre en remorque une voiture d'attelage, quelquefois deux. Dans ce cas, le coût de la traction de l'automotrice et d'une voiture attelée n'est que 0,324 *f*, soit 0,243 pour la première et 0,081 *f* pour la voiture ajoutée.

M. Badois termine en disant qu'il faut bien croire que ce système de traction présente des avantages économiques réels puisque la Compagnie générale des Omnibus, après les services réalisés sur ses lignes les plus ingrates et les plus difficiles, Saint-Augustin-Cours de Vincennes et Louvres-Versailles, a créé une nouvelle usine dont la puissance totale atteindra 10 000 *ch* et qui fournira l'air comprimé à 140 nouvelles voitures destinées au service de plusieurs lignes.

Cette invention, éminemment française, réalise ainsi les espérances qu'elle avait fait concevoir en 1876, lors des premières expériences.

M. A. Lavezzari présente deux observations à ce qu'il vient d'être dit.

Il répond d'abord à M. Badois, relativement à l'avantage de la traction par l'air comprimé sur l'électricité, parce que le premier procédé se prête parfaitement à la remorque des voitures sans moteur, ce qui est difficile avec les voitures à accumulateurs.

M. Lavezzari ne saurait laisser passer cette théorie sans la combattre, en effet, la traction par les procédés électriques admet parfaitement les remorques et les accumulateurs, en particulier, sont très favorables à cette solution, qui permet d'utiliser à l'adhérence leur poids, dont on leur a fait si souvent un reproche.

Mais ceci posé, il ne paraît pas intéressant à M. Lavezzari de multiplier le nombre des remorques, et il rappelle ce qu'il a déjà dit, dans de précédentes communications (*Bulletins* d'octobre 1895 et juillet 1896) qu'à son avis, et comme l'on très bien dit MM. Périssé et Godfernaux dès que le trafic s'accroît, ce n'est pas par l'augmentation de la capacité des convois qu'il faut y sa-

tisfaire, mais par l'*augmentation de la fréquence de ces convois*. Des voitures légères et peu coûteuses sont alors celles qui conviennent le mieux; la traction électrique avec prise de courant le long de la voie paraît être la plus avantageuse, tandis que l'air comprimé, la vapeur et aussi les accumulateurs, quoiqu'à un degré moindre, qui nécessitent de coûteuses automotrices se prêtent mal à ce mode d'exploitation judicieux.

La deuxième observation est plutôt une question : dans la lettre de M. Hersent, il est parlé du prix de revient assez faible de la traction par l'air comprimé à Vichy. M. Lavezzari a constaté, il y a quelques années, que l'usine de compression était mue par l'eau; il demande s'il en est encore ainsi, car ce serait un facteur important à faire intervenir dans la comparaison des prix de revient.

M. Ed. Badois a répondu, ainsi qu'il suit, aux deux observations précédentes :

Il est évidemment possible à une automotrice à accumulateurs, pour ce disposée, de remorquer une voiture d'attelage, mais ce système se prête mal à une semblable traction, et il ne peut l'effectuer que dans des conditions peu économiques, à cause de l'influence des démarrages.

On sait que l'effort à produire au moment du démarrage, est beaucoup plus grand que l'effort normal ou moyen, même en palier. Ce coup de collier n'est nécessaire que pendant un court instant, mais il n'en faut pas moins le réaliser. Avec l'air comprimé c'est tout ce qu'il y a de plus facile; le conducteur, agissant sur le détendeur fournit instantanément la pression voulue, double, triple ou quadruple, de la pression de marche, et la voiture part, même en rampe, même en présence d'un obstacle anormal; pour cela, rien n'est à changer dans les dispositions de l'automobile, on dépense seulement un peu plus d'air pendant la seconde où c'est indispensable. Avec les accumulateurs il est moins facile de faire varier l'effort instantanément, du simple au double ou au triple. La décharge se fait sous un voltage à peu près constant, et le débit en ampères ne peut varier brusquement sans inconvénients. Il faut donc, à cause des démarrages fréquents, munir les automobiles voyageant seules d'un poids supplémentaire d'accumulateurs importants; et quelquefois, cela ne suffit pas, car en cas d'augmentation insolite de la résistance, la voiture peut rester en panne. Qu'est-ce donc, s'il faut y ajou-

ter une voiture d'attelage? Un nouveau poids d'accumulateurs est à placer sur la voiture motrice et les inconvénients s'augmentent d'autant. Il en sera ainsi tant que l'on aura pas découvert un système d'accumulateur léger, permettant d'emmagasiner un nombre convenable de watts et de les restituer à volonté en faisant varier à la fois, entre de larges limites, le voltage et l'ampérage. Dans l'état actuel, l'économie que l'on pourrait trouver dans l'attelage d'une voiture est chèrement payée par le surcroit de poids mort des accumulateurs et l'entretien, les manutentions et autres inconvénients qui en sont la suite.

2° Dans l'installation de Vichy-Cusset, il y a, en effet, une chute hydraulique actionnant par une turbine les compresseurs, concurremment avec la force motrice à vapeur. Mais cela n'a pas, au point de vue de l'économie de production de l'air comprimé, les avantages que l'on pourrait croire, car il faut une transmission des moteurs aux compresseurs qui ne peuvent être actionnés directement. Or tout le monde sait que les transmissions par courroies entrainent une grande déperdition de force motrice, au moins 15 0/0, et souvent 25 0/0. L'avantage de la chute d'eau réside en ce que, dans cette exploitation spéciale, il y a deux périodes de trafic : l'été, saison des bains de Vichy, grand trafic et grand produit; l'hiver, huit mois de trafic réduit et produit bien moindre; c'est dans cette seconde période que les eaux étant généralement bonnes, la turbine fournit sans dépense de combustible l'air comprimé nécessaire. Il y a ainsi une sorte d'équilibre entre les conditions du coût de l'air comprimé et celles de son utilisation plus ou moins favorable.

M. A. Lavezzari est très heureux d'avoir suscité la réplique de M. Badois, qui a exposé un système d'exploitation très intéressant, car il permet de supprimer une partie importante des frais, les machines à vapeur, pendant la période de l'année la moins productive.

Mais, quant aux accumulateurs, il pense que c'est une erreur de croire que la nécessité de développer de grands effots au démarrage oblige à avoir des batteries beaucoup plus pesantes qu'il n'est nécessaire pour la marche courante. Ceci pouvait être vrai il y a quelques années, mais avec les progrès réalisés depuis quelque temps dans la construction des accumulateurs, on peut sans inconvénient, augmenter dans des proportions considérables le débit spécifique, pour un coup de collier.

Ainsi une batterie établie pour débiter un ou deux ampères par kilogramme de plaque en marche normale, peut très bien en donner quatre ou cinq et plus, pour les démarrages.

M. Lavezzari termine en disant qu'il est heureux d'avoir eu l'occasion de présenter la défense des accumulateurs sur lesquels les déboires inévitables du début ont jeté une défaveur un peu légendaire et souvent injuste.

M. Mékarski pense que, pour résoudre la question controversée, il suffit de considérer que l'intensité du courant fourni à la décharge par une batterie d'accumulateurs électriques est fonction du poids de cette batterie, tandis que la pression de l'air qui s'échappe d'un réservoir, où il a été préalablement enfermé, sous une pression élevée n'est pas directement fonction du volume et du poids de ce réservoir. On est en droit d'en conclure que, dans le premier cas, le poids du réservoir d'énergie limite l'effort de traction que la machine peut développer, tandis que, dans l'autre système, il est plutôt en relation avec le parcours à effectuer.

En fait, si l'on s'en rapporte aux données fournies par la pratique, croit-on qu'il serait prudent de desservir, au moyen d'automobiles électriques à accumulateurs, semblables à celles employées actuellement à Paris, une ligne d'un profil aussi accidenté que celle de Saint-Augustin au cours de Vincennes, dans les conditions où celle-ci est exploitée, depuis plus de cinq ans, au moyen d'automobiles à air comprimé? Il y a donc autre chose à considérer que l'adhérence dans l'aptitude de chaque système à démarrer avec une certaine charge ou à gravir une rampe.

C'est, semble-t-il, cette difficulté spéciale aux accumulateurs électriques qui a amené la Compagnie des Omnibus à porter à plus de 5 *t* le poids des batteries dans les automobiles destinées à desservir la ligne de Vincennes au Louvre, dont le profil ne présente cependant aucune rampe d'inclinaison notable. On a voulu ainsi, sans doute, rendre ces machines capables de remorquer non seulement des voitures d'attelage ordinaire, mais même une autre automobile à laquelle serait survenue une avarie. Cette condition eût été remplie par des automobiles à air comprimé sans augmenter pour cela le poids du réservoir.

M. Mékarski a présenté au sujet du prix de revient de la traction à l'air comprimé des considérations qui peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

Les évaluations faites par les auteurs du mémoire s'appliquent assurément à des exploitations placées dans des conditions défavorables, car elles sont très supérieures au chiffre réalisé effectivement à Nantes. Il est certain que, dans cette ville, tout coûte un peu moins cher qu'à Paris ; néanmoins, on s'écarterait beaucoup de la vérité si l'on raisonnait, d'une façon générale, sur les chiffres donnés par M. Marquet, lesquels doivent se rapporter à des cas particuliers.

Ainsi, l'ensemble des frais d'exploitation comprenant, avec la traction et l'entretien du matériel, la direction locale, l'éclairage, la perception, le contrôle, l'entretien de la voie et des bâtiments, les contributions, assurances diverses, service médical, etc., s'élève à Nantes, en ce moment, malgré le haut prix des charbons, à environ 50 000 *f* par mois pour 100 000 kilomètres-voitures, soit 0,50 *f* par kilomètre. Or cette exploitation ne bénéficie pas, comme celles de date plus récente, de certaines atténuations de dépenses : frais d'entretien moins élevés, etc. Elle accomplira, en effet, le 13 du mois courant, sa vingt et unième année d'existence, ayant été mise en marche le 13 février 1879.

Il est intéressant de remarquer que les automobiles qui sont en service depuis cette époque fonctionnent encore aujourd'hui d'une façon très satisfaisante ; cela fait voir que, pour le matériel à air comprimé tout au moins, la durée de l'amortissement du matériel roulant dépasse notablement le terme de dix ans admis par M. Marquet.

M. Mékarski appelle également l'attention sur la question de rendement du système de traction par l'air comprimé. Il fait connaître à nouveau, à la Société, comme on l'avait déjà fait en 1895, que le travail utile restitué sur les pistons des moteurs à air comprimé représente environ 0,45 de la puissance développée sur les pistons de la machine à vapeur, ce chiffre est donc même plus élevé que celui indiqué par M. Badois ; du reste, l'écart entre les deux chiffres provient simplement de ce que le chiffre de 0,45 comprend le rendement du moteur à air, qu'il n'y a pas lieu de faire entrer en compte lorsqu'on part de la puissance *indiquée* et non de la puissance *effective* du moteur à vapeur. Le véritable rendement du système doit alors, aux deux extrémités de la transmission, se mesurer sur les pistons.

Ce chiffre de 0,45 semble extraordinaire parce qu'on est habitué à considérer le rendement final comme le produit de plusieurs facteurs dont l'un est le rendement spécial du compresseur. Il

est évident que, même en admettant pour celui-ci un chiffre supérieur à ceux admis par MM. Godfernaux et Périssé, si l'on tient compte du rendement du moteur à vapeur et de la chute de pression entre le compresseur et le moteur à air, on ne comprend pas que l'on arrive finalement à 0,45.

L'explication du paradoxe est fort simple, c'est que la puissance utilisée par le récepteur n'a aucun lien de parenté avec celle empruntée au générateur d'énergie. En réalité, le travail du compresseur est complètement perdu, son rendement est absolument nul. La puissance qu'il absorbe est transformée en chaleur ; celle-ci, jouant dans la compression un rôle nuisible, est, en majeure partie, envoyée à l'égout avec l'eau servant à la réfrigération ; le surplus se dissémine dans l'atmosphère.

Le rendement du compresseur ne peut donc pas être un des éléments du rendement final, puisque celui-ci est réel. Le compresseur joue, en effet, un rôle très spécial, il ne transforme pas l'énergie comme la dynamo génératrice ; il produit simplement le transformateur en créant un potentiel, mais ce transformateur est un des meilleurs que l'on connaisse pour la conversion de calories en kilogrammètres. Ce sont les calories ainsi transformées qui fournissent l'énergie utilisée au moyen du moteur à air, que ce soient celles préexistant dans l'air avant la compression ou d'autres empruntées postérieurement à une source extérieure. Dans ce dernier cas, on dépense d'abord des kilogrammètres pour faire des calories que l'on perd, puis d'autres calories pour faire des kilogrammètres. Qu'y a-t-il d'étonnant à ce que l'on arrive, dans cette seconde opération, à un résultat assez voisin de celui donné par la première, en sens inverse? Il suffit de dépenser pour cela la quantité de chaleur correspondante et, à vrai dire, rien ne limite le rendement ainsi défini.

Cette conception est si vraie que les machines à air chaud où la double transformation laisse un excédent disponible d'énergie mécanique ne sont autre chose que des machines à air comprimé dont le rendement est supérieur à l'unité. Pour en arriver là, il faut se placer dans des conditions un peu spéciales, mais, en s'arrêtant à mi-chemin, comme on le fait dans la traction à air comprimé, on ne rencontre plus les mêmes difficultés et l'on retrouve encore une fraction suffisante de l'énergie mécanique employée pour la compression.

Telle est l'explication de ce rendement pratique élevé qu'on a tant de peine à admettre.

Il va de soi que moins l'on dépensera de puissance mécanique pour obtenir le même poids d'air comprimé, destiné à être utilisé à une pression et une température déterminées, plus le rendement pratique s'élèvera. Sous ce rapport, il est assurément avantageux de réduire le plus possible l'écart entre la pression à laquelle l'air est emmagasiné dans les réservoirs et celle à laquelle il est employé, écart d'ailleurs inévitable, puisqu'il exprime la somme d'énergie que le moteur à air, séparé du compresseur, est susceptible de fournir. Il convient toutefois de remarquer que, lorsque cet écart augmente en valeur absolue, la dépense supplémentaire d'énergie correspondant à une même différence de pression va elle-même en diminuant, ce qui permet, sans trop d'inconvénients, d'atteindre des pressions très élevées, quand cela est nécessaire. On peut d'ailleurs compenser entièrement la dépense supplémentaire en augmentant d'autant la température à laquelle on fait travailler l'air dans le moteur secondaire.

Abandonnant ce terrain, sur lequel il lui a paru nécessaire de porter le débat théorique, pour faire voir comment, dans cette question, la théorie se concilie avec la pratique, M. Mékarski croit nécessaire de relever dans le mémoire de MM. Godfernaux et Périssé des énonciations dont il résulterait qu'il existe entre le prix de revient de la traction par l'air comprimé et celui de la traction électrique par trolley une différence considérable, à l'avantage de cette dernière.

Admettant, d'une part, que la tonne d'air comprimé à la pression de 60 *kg* revient à 18 *f*, d'autre part que le kilowatt-heure coûte en moyenne 0,08 *f*, nos Collègues en concluent que le prix moyen de la force motrice est, pour l'air comprimé, 0,169 *f* par kilomètre-voiture et pour le trolley seulement 0,08 *f*.

Il est facile de trouver un terme de comparaison entre ces deux évaluations, en partant dans les deux cas du cheval-heure mesuré sur les pistons de la machine motrice à laquelle l'énergie est empruntée.

M. Mékarski ne pense pas qu'il puisse soulever aucune contradiction en admettant qu'un cheval-heure indiqué fournit au maximum, dans une exploitation de tramways, 550 watts aux bornes de la dynamo génératrice. D'autre part, MM. Godfernaux et Périssé évaluent à 3,24 *kg* la production normale par cheval-heure d'un compresseur d'air travaillant à 60 *kg*. Cela étant, dans le cas du trolley, le prix du cheval-heure reviendrait à

0,55 × 0,08 *f* = 0,044 *f* et, dans le cas de l'air comprimé, à 3,24 *kg* × 0,018 = 0,0583 *f*, soit 32,5 0/0 plus cher. Pourquoi cette différence ? On ne saurait raisonnablement soutenir que la même machine dépensera plus de charbon, de graissage, d'entretien, etc., quand elle sera employée à comprimer de l'air que lorsqu'elle fera de l'électricité.

Il y a mieux : MM. Godfernaux et Périssé ne sont pas suffisamment renseignés sur la production des compresseurs d'air. On commence en ce moment même, à Paris, sur une machine de 1 000 *ch*, des essais dont M. Mékarski se propose d'entretenir dans quelque temps la Société. Ces essais paraissent devoir établir qu'on peut obtenir par cheval-heure indiqué environ 4 *kg* d'air à la pression de 80 *kg*, soit évidemment plus de 4 *kg* à celle de 60 *kg*. Si l'on refait le calcul sur cette nouvelle base, on trouve que le cheval-heure est compté à l'air comprimé 0,075 *f*, ou 70 0/0 plus cher qu'à la traction électrique.

Pareillement, les frais d'entretien du matériel roulant sont évalués par MM. Godfernaux et Périssé à 0,11 *f* pour l'air comprimé et 0,05 *f* seulement pour le trolley. Or ces frais ne s'élèvent, à Nantes, qu'à ce dernier chiffre et s'ils le dépassent à Paris, il y a lieu de croire que, dans les mêmes conditions, le trolley ne serait pas plus favorisé. Il ne semble pas, en effet, qu'il y ait aucune raison bien déterminante pour que l'entretien des mouvements simples et robustes des automobiles à air comprimé soit plus dispendieux que celui des dynamos et de leurs engrenages ; quant aux bandages, freins, attelages, etc., dont l'entretien constitue une notable partie des dépenses de ce genre, ils grèvent également tous les systèmes, dans les mêmes conditions.

Si l'on rectifie d'après ce qui vient d'être dit les évaluations de MM. Godfernaux et Périssé, il ne semble pas qu'il y ait lieu de faire, sous ce rapport, beaucoup de différence entre l'air comprimé et le trolley.

En ce qui concerne les accumulateurs, on peut s'étonner que, dans leur estimation des dépenses de traction par ce procédé, MM. Godfernaux et Périssé comptent la force motrice pour 0,08 *f* par kilomètre-voiture, soit le même chiffre qu'avec le trolley, bien qu'ils aient exposé eux-mêmes, dans le cours de leur étude, que l'emploi des accumulateurs fait perdre 30 0/0 de l'énergie dépensée pour la charge.

M. E. de Marchéna fait observer que les dépenses d'exploitation dépendent énormément des conditions particulières dans lesquelles elle est faite et qu'en particulier, il n'est pas possible de comparer des résultats trouvés dans une ville de province, comme Nantes, avec d'autres résultats trouvés à Paris. Il cite deux exemples d'exploitation de tramways électriques avec le même type de voitures, le même matériel, les mêmes machines motrices; dans la première, les dépenses totales d'exploitation, y compris tous les frais indiqués par M. Mékarski pour Nantes, se sont abaissés à 0,27 *f* par kilomètre d'automotrice (à Amiens). Dans l'autre (à Alger), ces mêmes dépenses se sont élevées de 0,45 *f* à 0,50. C'est dire combien les comparaisons entre systèmes différents sont difficiles à présenter d'une manière équitable.

En ce qui concerne le cas particulier du rendement du système à air comprimé, il a été beaucoup discuté à ce sujet. M. de Marchéna n'a bien certainement pas négligé dans ses évaluations antérieures de tenir compte du réchauffage préalable de l'air qui seul rend possible l'emploi de l'air comprimé. Sans entrer dans de longs calculs et même en admettant la réalisation parfaite des meilleures conditions théoriques : compression et détente isothermiques, il suffit de se souvenir que, dans ce système, il faut comprimer l'air à 60 ou 80 volumes pour ne le détendre qu'à 2 ou 3 volumes pour apprécier la différence entre le travail dépensé et le travail recueilli. A défaut de calculs la simple comparaison des diagrammes suffirait.

Il semble, d'ailleurs, que le temps de ces discussions théoriques soit passé. Il y a depuis longtemps des exploitations à air comprimé à Paris et aux environs ; il serait plus intéressant de connaître les résultats effectifs, par exemple la dépense de charbon par kilomètre-voiture. M. Mékarski pourrait probablement nous donner des chiffres à ce sujet pour la ligne Vincennes-Saint-Augustin.

M. de Marchéna fait d'ailleurs observer qu'il y a d'autres considérations que celle du rendement et même que celle des faibles dépenses d'exploitation. Il est toujours intéressant d'exploiter à bon marché. Mais il faut aussi faire des recettes et, pour cela, il faut assurer le service.

Dans une ville comme Paris, où le trafic est énorme et assure des recettes très élevées par kilomètre-voiture, la régularité du service est une condition primordiale du succès, et on peut dire, à la louange de l'air comprimé, qu'il a rempli parfaitement cette

condition. Ce système peut donc se défendre à Paris, non pas par son économie (cela est impossible), mais par sa robustesse et la sécurité qu'il donne.

Mais ce qui est possible à Paris ne l'est pas en province et la plupart des exploitations ne pourraient se permettre l'emploi d'un système aussi coûteux. A Amiens, par exemple, on gagne de l'argent avec l'électricité et on se serait ruiné avec l'air comprimé.

L'avantage particulier des systèmes électriques est de se prêter aussi bien à l'exploitation des villes populeuses à trafic intense qu'à celui des petites villes à faible trafic. Ils possèdent une élasticité très considérable d'autant plus précieuse que quand on ouvre une ligne au service, il est souvent bien difficile de prévoir à l'avance le trafic qu'elle donnera et la puissance de transport à lui affecter.

M. de Marchéna cite, en particulier, l'exemple de la ligne de Bastille-Charenton qui perdait de l'argent exploitée à chevaux et qui fait maintenant un million de recettes par an avec une longueur de 6 *km*. Le nombre de voitures automotrices primitivement prévu a dû être doublé et on a dû leur ajouter à toutes des remorques.

Avec l'électricité, il est ainsi très facile d'étendre un réseau, de prolonger une ligne, de créer des branchements nouveaux.

Avec l'air comprimé on est enserré dans d'étroites limites par la nécessité du rechargement des réservoirs et des bouillottes en des points fixes et par la limite du parcours des voitures. Ainsi, une voiture affectée à une ligne spéciale ne peut être ensuite affectée à une autre.

Au point de vue de l'entretien, les systèmes électriques présentent le grand avantage d'être constitués par un certain nombre d'éléments indépendants et interchangeables; les réparations sont donc très faciles et très promptes, puisqu'elles se réduisent à un simple remplacement de pièces (armature des moteurs, bobines d'inducteurs, pignon d'engrenages, etc.) par d'autres qui sont toutes prêtes en magasin.

Au contraire, avec le système à air comprimé, il y a tout un ensemble de cylindres, de réservoirs, de tuyauterie et de robinetterie qui se tient et qui fait qu'en cas d'avarie partielle il faut ramener la voiture au dépôt et faire une véritable réparation.

En terminant, M. de Marchéna dit quelques mots sur les accumulateurs qui, à son avis, valent mieux que leur réputation et

peuvent rendre de grands services à Paris où les concessions des différentes Compagnies sont tellement enchevêtrées et présentent tant de tronçons communs que l'indépendance des voitures devient une chose très souhaitable. Il cite l'exemple de Berlin, où les accumulateurs employés dans des conditions rationnelles ont donné d'excellents résultats.

Répondant à une observation de M. Badois, M. de Marchéna fait observer que si le profil est plat à Berlin les démarrages sont extrêmement fréquents dans les rues exploitées à accumulateurs, par suite de leur encombrement.

En réponse à une observation de M. le Président, il fait remarquer qu'aucune comparaison n'est possible entre les accumulateurs à oxydes rapportés de grandes capacités employés pour les automobiles et les accumulateurs genre Planté employés pour les tramways. Ces derniers ont une capacité spécifique bien plus faible, mais peuvent supporter sans fatigue des régimes de décharge et de charge très intenses; aussi le poids de la batterie est-il déterminé par la considération de la capacité nécessaire, tout comme pour l'air comprimé et non pas par la considération de la puissance, durant les coups de collier. Il cite également quelques chiffres d'entretien, disant que des contrats ont été basés avec des Compagnies d'accumulateurs sur des prix de 7,5 à 8 centimes par kilomètre-voiture à Paris et de 5,5 à 6 centimes à Berlin. Ces chiffres n'ont toutefois pas une signification bien précise, car si une Compagnie d'accumulateurs qui prend la charge de l'entretien possède une expérience et des facilités plus grandes pour cet entretien, par contre, elle doit subir des frais généraux et des charges fixes qui viennent grever inutilement ces dépenses d'entretien et qui sont particulièrement lourds pour les petites installations.

M. de Marchéna rappelle enfin que les accumulateurs constituent souvent, comme cela a été dit, une solution d'attente, à peu de frais, jusqu'au moment où l'intensité du trafic vient justifier les dépenses de premier établissement très considérables qu'entraîne à Paris le remplacement des voies, pour l'emploi des systèmes de transmission souterraine.

M. E. Badois fait observer que M. de Marchéna ne pouvait choisir un exemple plus favorable à l'emploi de l'électricité par des voitures à accumulateurs électriques. Car il n'y a guère de ville plus complètement plate que Berlin : sur les deux tiers de la sur-

face, soit sur plus de 4000 *ha*, les rues ne présentent peut-être pas 3 *m* de différence de niveau. Vers l'extrémité nord seulement, le sol s'élève graduellement, et en un seul point on constate une élévation de 12 ou 15 *m* par rapport aux quais de la Sprée. C'est tout autre chose que les lignes accidentées de Paris, qui gravissent les pentes de Batignolles, de Belleville ou de Ménilmontant, et il faudrait voir la figure que feraient sur ces lignes les voitures à accumulateurs de Berlin, si elles y étaient transportées telles quelles.

M. de Bovet pense que l'intéressante discussion devrait être continuée dans une séance prochaine ; dans ces conditions, il demande la permission d'exprimer un vœu. Il lui semble infiniment désirable, en effet, pour que le débat soit complet, d'y faire intervenir un élément qui a été par trop négligé.

Il a été, en effet, beaucoup question de ce que coûte le kilomètre-voiture et M. Marquet a communiqué notamment les résultats du classement qu'il a fait à ce point de vue des divers systèmes, dans des conditions d'exploitation déterminées. Mais on n'a vraiment pas assez parlé de ce que rapporte le kilomètre-voyageur et des moyens possibles d'en augmenter le produit.

M. de Bovet fait observer que ce n'est plus au point de vue du producteur, mais c'est à celui du consommateur qu'il se place.

M. Marquet a admis qu'entre une très grande ville et une ville d'importance moyenne la différence du service doit se traduire par ce fait que, dans la première, les départs de voiture seront très fréquents et que, dans la seconde, ils seront beaucoup plus rares.

Cette hypothèse ne semble pas conforme à ce qui est désirable. Selon les régions, la population a plus ou moins de tendance à se déplacer beaucoup ; il doit y avoir ce qu'on pourrait appeler un coefficient de mobilité et ce doit être, pour une grosse part, le but d'une entreprise de transports en commun que de faire que ce coefficient soit aussi élevé que possible. On peut douter que le moyen efficace de l'augmenter, ou même de l'entretenir consiste à ne mettre en service que des voitures passant rarement. A Nantes, par exemple, les exploitants se sont trouvés, dès le début, en présence d'une population toute disposée à circuler abondamment ; d'autre part, à Rouen, il n'en était pas tout d'abord ainsi, et il est permis de supposer que c'est grâce à la

fréquence très grande des passages de voitures que les habitudes locales se sont rapidement modifiées.

Ceci dit sans prétendre, pour le moment, en tirer argument pour ou contre l'air comprimé ou le trolley ; or, il est évident que l'un et l'autre système peuvent mettre en circulation le même nombre de véhicules.

A un autre point de vue, M. de Bovet appelle l'attention sur ce qu'il appelle les beautés du système du « complet partout » sur presque toute la longueur du parcours ; au contraire, dans d'autres villes, grâce au système de la voiture assez fréquente pour qu'il y ait de la place toujours et partout, grâce à des tarifs très bas, le public se renouvelle perpétuellement tout le long du trajet.

Avec le premier système, les recettes d'une ligne sont, à bien peu près, proportionnelles au nombre de voitures mises en service. Il peut n'en pas être de même avec le second : ce n'est pas nécessairement une infériorité même au point de vue de l'exploitant, pour peu que l'accroissement du nombre de kilomètres-voitures soit plus rapide que la diminution du bénéfice par kilomètre-voiture. Il y a là, encore, un élément qui peut influer considérablement sur les habitudes d'une population.

Des considérations aussi importantes pour le public ne peuvent pas être laissées de côté, car elles peuvent se traduire, selon l'importance des localités, par des modifications dans la grandeur des voitures ou dans le nombre des lignes à desservir, plutôt que par des variations très grandes dans la fréquence des départs.

M. de Bovet souhaite que ceux de nos Collègues qui nous ont montré connaître si bien ces questions complètent, en tenant compte de ce point de vue trop négligé jusqu'ici, les renseignements qu'ils veulent bien apporter à la Société.

M. H. DE MARCHÉNA pense que la question soulevée est très complexe. Le prix de la traction y intervient d'une façon prédominante. Avec des tractions coûteuses comme la traction animale, il faut des recettes par kilomètre-voiture considérables, car il faut avant tout qu'elles dépassent les dépenses. Pour cela, il faut avoir, d'une part, un tarif élevé et, d'autre part, un grand coefficient de remplissage. Sur certaines lignes à Paris, ce coefficient atteint 100, 125 0/0 et même 130 0/0. C'est dire que l'on fonctionne au régime du complet, et il est difficile de faire au-

trement puisque, malgré ces conditions particulières et le tarif très élevé de Paris, le coefficient d'exploitation (rapport des dépenses aux recettes) atteint 85 à 90 0/0.

Quand une ligne est surchargée, la recette croît d'abord proportionnellement aux voitures mises en service ; mais, à partir d'un certain moment, il n'en est plus de même et l'augmentation de la recette est moindre que celle du parcours. Toutefois quand les dépenses d'exploitation sont faibles, on a encore intérêt à dépasser ce point et à forcer l'activité de la circulation aussi longtemps que les recettes supplémentaires dépassent les dépenses supplémentaires. On peut donc aller d'autant plus loin dans cette voie que le système employé est plus économique ; avec les systèmes électriques en particulier, un réseau n'est vraiment bien exploité que quand l'activité de la circulation est suffisamment grande pour qu'on ne voie que peu de personnes dans les voitures. Ceci peut paraître paradoxal au premier abord, mais il est cependant l'expression de la réalité. L'intérêt du public et celui des Compagnies est intimement lié, celles-ci devant généralement chercher à réaliser le maximum de recettes possible, en abaissant le tarif et en augmentant la fréquence aussi longtemps qu'il peut en résulter pour elles une recette plus grande.

M. de Marchéna cite comme exemple la ligne de Bastille-Charenton qui, avec la traction animale, le tarif élevé et la faible fréquence, perdait de l'argent, tandis qu'actuellement, avec la traction électrique, une recette moyenne de 0,08 *f* par voyageur et une fréquence aussi grande que l'ont permise les conditions de la ligne, fait actuellement une recette d'un million par an avec un coefficient d'exploitation beaucoup plus faible que les autres lignes de la même Compagnie.

M. D. Casalonga appelle l'attention sur ce fait que les rendements varient de 38 à 27 0/0 suivant que la pression augmente ; il y a là, selon lui, une contradiction entre ce qui se passe pour l'air comprimé et ce qui se passe pour la vapeur saturée : avec celle-ci le rendement augmente avec la température et la pression. C'est le contraire pour l'air comprimé. Il pense qu'il y a une perte dans l'air comprimé, qui est d'autant plus grande qu'il y a une différence entre la pression initiale et la pression finale, qui représente une constante. C'est là un fait qui n'a pas été approfondi.

MM. L. Périssé et R. Godfernaux ont répondu aux diverses observations présentées sur les points suivants :

1° A MM. Regnard et Rodrigues relativement à la traction funiculaire;

2° A MM. Hersent, Badois et Mékarski sur le rendement et le prix de revient des tramways à air comprimé;

3° Sur le prix de revient de la traction par accumulateurs électriques;

4° Sur la comparaison entre les voitures électriques et les voitures à air comprimé;

5° Sur les considérations générales relatives à l'établissement des prix de revient.

Tramways funiculaires. — MM. Périssé et Godfernaux sont très heureux que M. Rodrigues, qui dirige le Tramway funiculaire de Belleville, ait bien voulu faire connaître une série de chiffres inédits intéressants; ceux-ci viennent rectifier les chiffres moins récents donnés par les auteurs du mémoire, en s'appuyant sur l'autorité de notre éminent Président, M. Dumont.

Au surplus, le Tramway funiculaire de Belleville, tout intéressant qu'il soit à étudier, est un exemple unique qui n'est pas destiné à recevoir à Paris, tout au moins, une deuxième application, car il ne faut pas oublier que ce système est en décadence. En Amérique, par exemple, où les Compagnies de Tramways l'utilisaient en grand, plusieurs Compagnies transforment les tramways à câbles existants en tramways électriques.

Rendement mécanique de l'air comprimé. — On discute depuis longtemps et on discutera longtemps encore sur la question du rendement mécanique du système à air comprimé, c'est-à-dire, sur le rapport entre le travail à la jante des roues des voitures et celui dans les cylindres des machines à vapeur actionnant les pompes de compression, et cependant on n'a pas encore pu se mettre d'accord. C'est que, il faut bien le dire, la question est complexe et dépend de beaucoup de facteurs dont il n'est pas aisé de fixer exactement la valeur.

Le travail produit à la jante des roues par 1 *kg* d'air est fonction de la pression d'admission de l'air dans les cylindres, du degré de détente, de la compression et de la température; il dépend aussi du rendement de l'appareil moteur, toutes conditions assez variables.

Toutefois, les observations faites sur la ligne Saint-Augustin-

Cours de Vincennes permettent d'admettre, comme le mémoire l'indique, que 1 *kg* d'air produit à la jante des roues un travail de 23 874 *kgm*. Ceci est un fait d'expérience résultant d'une exploitation de plusieurs années.

D'un autre côté, le travail théorique nécessaire pour comprimer isothermiquement 1 *kg* d'air à une pression déterminée, dépend de la température constante de l'air pendant la compression; cette température est donc un peu indéterminée. MM. Périssé et Godfernaux ont admis 50° C, ce qui correspond à un travail théorique de 38 700 *kgm* pour comprimer 1 *kg* d'air à la pression de 60 *kg* environ, sur la ligne Saint-Augustin-Cours de Vincennes.

Pour obtenir le travail à produire dans le cylindre de la machine à vapeur, ce chiffre devra être affecté de deux coefficients : l'un, relatif au rendement mécanique de la machine à vapeur et l'autre au rendement mécanique de l'appareil compresseur.

Ces deux coefficients seront d'autant plus grands que les moteurs seront plus puissants; il est possible, quoique le chiffre paraisse bien élevé, qu'on arrive, à l'usine Popp, à un rendement global de 80 0/0, soit 89,5 0/0 pour chaque appareil, parce que les moteurs sont d'une grande puissance (10 000 *ch*), mais il est certain qu'un pareil rendement global est très difficile à obtenir pour une exploitation de tramways où la puissance motrice n'est généralement pas aussi considérable.

Le rendement de 46,4 0/0 donnant un travail de 83 000 *kgm* dans le cylindre de la machine à vapeur, soit une compression de 3,24 *kg* d'air à 60 *kg* par cheval est celui de la ligne de Saint-Augustin. Ces chiffres ont donné un rendement moyen de 29 0/0 qui se rapporte à l'installation spécialement étudiée.

MM. Périssé et Godfernaux souhaitent vivement, sans pouvoir l'affirmer, que dans les nouvelles installations, avec de grosses unités on arrive au rendement indiqué par MM. Badois et Mékarski.

Prix de revient de la traction par l'air comprimé. — Le chiffre de 12 *f*, indiqué par M. Badois pour le prix de revient de la tonne d'air, amortissement déduit, peut s'appliquer à une ville comme Nantes ou à d'autres villes où les frais de main-d'œuvre et le prix du charbon ne sont pas élevés. Mais, pour une ville comme Paris, il semble que ce chiffre serait au-dessous de la réalité; en effet, le prix de 18 *f* indiqué par les auteurs du mémoire est celui auquel arrive la Compagnie des Omnibus pour la ligne de Saint-Augustin-Cours de Vincennes.

En ce qui concerne les frais d'entretien (qui comprennent l'entretien du matériel roulant aussi bien que celui des moteurs) dont le chiffre de 0,11 *f* par voiture-kilomètre serait exagéré et devrait être ramené à 0,05 *f* comme pour les voitures à trolley ou à accumulateurs, MM. Périssé et Godfernaux font observer que les appareils moteurs d'une automotrice à air comprimé sont plus nombreux et demandent certainement plus d'entretien et de soin que l'appareil moteur électrique, qui se réduit à une ou deux dynamos motrices dont les organes sont simples et robustes. Ils font observer que ce chiffre de 0,11 *f* a été compté pour l'entretien des automotrices à vapeur, qui est sensiblement le même que celui des automotrices à air comprimé. En tous cas, ils sont heureux de noter les chiffres de 0,07 *f* et de 0,075 *f* indiqués par M. Hersent, dans des exemples, favorables du reste.

Il en est de même pour le chiffre total de 0,25 *f* indiqué par M. Badois, qui peut certainement être exact pour une ville où les conditions d'exploitation sont plus favorables qu'à Paris.

Prix de revient de traction des automotrices à accumulateurs électriques. — MM. Périssé et Godfernaux indiquent tout d'abord, qu'après revision de leur travail, ils rectifient ainsi qu'il suit les chiffres relatifs aux frais de traction par accumulateurs (p. 127) basés sur un poids moyen de 16 *t* pour l'automotrice, ce poids étant une moyenne entre le poids des automotrices de Saint-Denis et celui des automotrices de Courbevoie.

En admettant un rendement total de 40 0/0 entre la jante des roues et le cylindre de la machine à vapeur de l'usine centrale, on a une force motrice en kilowatts, par kilomètre-voiture de :

$$\frac{16 \times 16 \times 75}{27 \times 0{,}4} = 1{,}78 \text{ kilowatts-heure.}$$

Au prix de 0,08 *f* le kilowatt-heure, on a ainsi :

Force motrice	0,142 *f*
Entretien et manutention des accumulateurs	0,100
Entretien et réparations des voitures et des moteurs	0,050
Wattman	0,080
TOTAL.	0,372 *f*

Comparaison entre les systèmes électriques et les systèmes à air comprimé. — MM. Périssé et Godfernaux rappellent qu'on a discuté sur les avantages réciproques des deux systèmes, principalement quand l'automotrice remorque une autre voiture. Or, il n'est pas douteux que l'automotrice à accumulateurs peut remorquer une voiture d'attelage, à la condition toutefois, que le parcours ne soit pas trop long sans rechargement et surtout que le profil ne soit pas difficile, c'est-à-dire qu'il n'y ait pas de démarrages fréquents sur forte rampe. Ces conditions sont souvent incompatibles avec une exploitation facile par accumulateurs, car alors il faut un poids assez élevé de batterie, afin d'éviter des intensités de courants trop considérables au moment des démarrages.

Par exemple, sur la ligne de Saint-Augustin-Cours de Vincennes, dont le parcours est assez long (9,1 *km*) et le profil très difficile, pour une automotrice et une remorque pesant en tout 27 *t*, il faudrait, en supposant un rechargement après chaque voyage aller et retour, un poids d'accumulateurs d'environ 6 500 *kg* et même avec ce poids l'intensité du courant aux démarrages sur forte rampe serait élevé.

C'est donc sur des lignes, sinon de niveau, mais à faibles rampes, comme à Berlin et à Hanovre, que la traction par accumulateurs, avec voiture de remorque, peut se faire assez facilement. C'est, du reste, dans ces conditions favorables que la Compagnie Générale des Omnibus vient d'établir les deux lignes du Louvre-Cours Vincennes et du Louvre-Vincennes, et encore le poids des accumulateurs est-il de 4 800 *kg*.

Il n'en est pas moins vrai que le système de traction par accumulateurs rend actuellement de très grands services. C'est un système d'*attente* qui permet d'exploiter, dans certaines villes, nombre de lignes où, par suite de considérations esthétiques, l'exploitation par trolley ne peut être établie, du moins pour le moment.

La traction électrique par conducteurs avec prise de courant, soit par trolley, soit par contact superficiel est, sans contredit, le système qui, actuellement, permet le mieux de faire face à une exploitation intensive sur une ligne longue et à profil accidenté, et cela avec les dépenses de traction les plus faibles. Car alors l'intensité plus ou moins grande du courant résultant des rampes ou des démarrages est fournie directement par l'usine centrale, laquelle est outillée pour y faire face.

D'autre part, la traction par l'air comprimé donne d'excellents

résultats. La remorque se fait sans difficulté et les démarrages sur des rampes de 30 à 40 *mm* s'opèrent rapidement; dans la rue Lafayette, par exemple, à certaines heures, la circulation est tellement active que les automotrices avec remorque de la ligne Saint-Augustin-Cours de Vincennes sont très souvent arrêtées et forcées de démarrer sur des rampes de 35 *mm*. Elles le font sans difficulté et reprennent leur vitesse de marche avec une accélération remarquable.

La traction par l'air comprimé peut, jusqu'à un certain point, lutter sur les profils accidentés avec la traction électrique par trolley, mais elle nécessite des rechargements qui doivent se faire après un parcours assez limité et dépendant du profil; de là, perte de temps. Leur poids est forcément plus élevé que celui des automobiles à trolley, en raison du poids des appareils moteurs, plus compliqués et plus nombreux, et du poids des réservoirs d'air et d'eau, d'où des dépenses d'entretien plus élevées.

Ce sont probablement ces considérations qui ont engagé la Société des tramways Nogentais qui, depuis 1887, employait la traction par l'air comprimé, à transformer ses lignes en traction électrique par trolley.

Quoi qu'il en soit, dans de grandes villes comme Paris et sur des lignes où la circulation est intense et où la traction électrique par trolley est inadmissible, où les profils sont difficiles, et où les usines centrales peuvent être installées commodément et avoir des unités puissantes en servant à l'alimentation de plusieurs lignes convergentes, la traction par l'air comprimé peut être avantageuse. C'est le cas des nouvelles installations de la Compagnie générale des Omnibus.

Considérations générales sur les prix de revient. — MM. L. Périssé et R. Godfernaux remercient M. Marquet des renseignements qu'il a communiqués à la Société au point de vue du prix de revient de l'*exploitation* des tramways. Il a donné des chiffres basés sur des considérations sérieuses, bien que quelques-uns d'entre eux puissent être critiqués, ce que ne manqueront pas de faire probablement les intéressés.

Ils rappellent que, dans leur mémoire, ils n'ont pas voulu faire une étude des prix de revient d'une exploitation, mais simplement un essai de détermination des *dépenses de traction* proprement dites, des différents systèmes. Cette étude, qui a été ajoutée

au mémoire à la demande de notre Président de l'année dernière, ne figurait pas dans l'exposé fait en séance le 2 octobre dernier.

Il a été bien spécifié (page 48) qu'elle se rapportait à des exemples pris, pour la plupart à *Paris*, c'est-à-dire, qui représentent des *maxima*, sauf bien entendu pour le système à trolley, qui n'a pas de véritables applications à Paris. Ils peuvent affirmer que les chiffres donnés par eux, après rectification de ceux qui se rapportent au système par accumulateurs, correspondent, à très peu de chose près, aux prix réels que coûte la traction à Paris.

Au surplus, il est très difficile de comparer leurs chiffres avec ceux accusés par les comptabilités des Compagnies, car il arrive que celles-ci comprennent dans leurs prix de traction des éléments qui peuvent ne pas figurer dans les évaluations du mémoire et réciproquement.

Ils se félicitent que leur communication ait servi de prétexte à la production de chiffres aussi intéressants que ceux qui ont été donnés sur les exploitations de Nantes, Vichy et les chemins de fer Nogentais pour l'air comprimé, et sur les exploitations d'Amiens et d'Alger pour la traction électrique, etc.

Leur étude sur les dépenses de traction n'avait d'autre but que de donner matière à discussion pour mettre en évidence certains points ; ils sont heureux de voir que ce but a été largement atteint et ils ne peuvent que remercier nos Collègues de leurs précieuses communications.

Le Secrétaire,

Georges COURTOIS.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,

A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 4810-3-00. — (Encre Lecilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

D'AVRIL 1900

Première Quinzaine.

N° 7.

CHRONIQUE

N° 244. A.

SOMMAIRE. — Le canal du Rhin à l'Elbe et l'industrie allemande *(suite et fin)*. — Chauffage au charbon pulvérisé. — Le rôle de l'Ingénieur. — Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique. — Combustible nécessaire pour le chauffage d'un local *(Erratum)*.

Le canal du Rhin à l'Elbe et l'industrie allemande. — *(Suite et fin.)* — Le projet comprend la construction du canal principal et de huit canaux d'embranchement et l'établissement d'écluses sur le Weser entre Hameln et Brême. Le canal principal part du canal de Dortmund à l'Ems près de Bevergern, traverse Bramsche et Lübbecke, traverse le Weser à Münden, de là se dirige par Schaumburg-Lippe vers Hanovre et, par Neuhaldensleben et Wolmirstedt, rejoint l'Elbe à Heinrichsberg en face du nouveau canal de Plau qui est le commencement du réseau de canaux à l'est de l'Elbe.

Le canal principal doit être établi avec une largeur suffisante pour le croisement de deux bateaux; le rayon des courbes ne doit pas être inférieur à 500 *m*; les débouchés dans l'Elbe et dans le Weser, ainsi que

le canal d'embranchement de Linden, doivent également pouvoir laisser se croiser deux bateaux.

Le canal, n'ayant qu'un seul bief de 202 *km* de longueur entre Munster et Hanovre, et un seul bief de 89 *km* entre Hanovre et Oebisfelde, sera très bien adapté au but qu'il a à remplir. Le trafic considérable qu'on prévoit entre Hanovre et le Weser d'une part, et les villes manufacturières du Rhin et de la Westphalie de l'autre, sera desservi sans l'emploi d'écluses; seul le trafic vers l'Elbe aura à passer une écluse rendue nécessaire par le niveau inférieur de l'Elbe.

Les dimensions du grand canal central sont les mêmes que celles du canal de Dortmund à l'Ems en ce qui concerne les canaux d'embranchement, parce que ceux-ci ne doivent laisser passer qu'un bateau à la fois; les croisements s'opéreront dans des garages spéciaux.

La longueur totale du canal du Rhin à l'Elbe, y compris les 100 *km* du canal de Dortmund à l'Ems qui en font partie, sera de 420 *km*.

L'établissement d'une série d'écluses sur le Weser, lequel fait partie du projet dont nous nous occupons, est nécessité par le besoin de relever le niveau pendant les basses eaux, par ce que l'abaissement excessif de ce niveau serait aussi préjudiciable à l'agriculture qu'à la navigation. Le fleuve se resserre du côté de Rinteln et il ne serait nécessaire de le canaliser que jusqu'à ce point, mais, à cause de l'importance de la ville de Hameln, on fera remonter les écluses jusque-là. La partie à canaliser comprend 60 *km* entre Hameln et Minden et 145 entre Minden et Brême. Dans la première partie, il y aura 10 écluses avec barrages, et, dans la seconde 15.

La capacité du canal, calculée dans l'hypothèse de trains formés d'un remorqueur et de deux bateaux, sera, pour la partie sans écluses avec une journée de treize heures, et de 10 millions de tonnes avec une journée de vingt-deux heures (c'est-à-dire, avec circulation pendant la nuit) de 16 millions par an. Les écluses du canal de Dortmund au Rhin permettent un trafic annuel de 8 millions de tonnes au minimum et celles du Grand Canal Central de 4 millions.

Voici l'estimation des prix d'établissement et des dépenses annuelles pour les diverses parties :

	Longueur.	Prix d'établissement.	Dépenses annuelles.
1. Canal de Dortmund au Rhin.	38,6 *km*	32 000 000 *f*	1 270 000 *f*
2. Travaux sur le canal de Dortmund à l'Ems.	1,25	5 080 000	636 000
3. Grand canal central.	314,0	190 000 000	46 000
4. Canaux d'embranchement. .	85,3	50 400 000	1 680 000
5. Canalisation du Weser . . .	60,0	24 690 000	345 000
TOTAL. . . .		302 170 000 *f*	3 977 000 *f*

On estime à huit années le temps nécessaire à la construction de ces ouvrages.

L'exposé des motifs de projet de loi insiste sur l'importance du canal du Rhin à l'Elbe au point de vue économique et donne une description des centres des industries houillère et métallurgique avec des aperçus sur le trafic à espérer.

La construction de ce canal est, on ne peut en douter, très avantageuse pour le commerce et l'industrie de l'Allemagne. Les districts rhénan et westphalien qu'il mettra en communication avec le centre et l'est de ce pays sont les centres les plus importants de l'industrie allemande. Bien que ces distrits ne forment que la 150e partie de l'Empire au point de vue de la superficie, ils renferment le 22e de la population et rapportent aux chemins de fer allemands le quart de leur trafic total. Ces districts produisent la moitié de la quantité totale de fonte fabriquée en Allemagne et l'extraction de la houille y atteint actuellement l'énorme chiffre de 50 millions de tonnes; toutes les autres industries s'y sont développées dans des proportions analogues. Le transport de ces produits s'opère par un réseau très bien organisé de chemins de fer, mais ce réseau n'est plus, de l'avis des administrations de chemins de fer elles-mêmes, à la hauteur des besoins et s'est montré insuffisant à plusieurs reprises dans ces dernières années. De là la nécessité d'une autre solution que fournit le projet dont nous venons de nous occuper.

Chauffage au charbon pulvérisé. — La question de la prévention de la fumée dans la production de la vapeur a amené depuis quelque temps l'attention sur l'emploi du charbon pulvérisé pour le chauffage des chaudières. La *Schweizerische Bauzeitung* a donné une série d'articles constituant une revue très complète des tentatives faites à diverses époques et jusqu'à présent pour résoudre ce problème et nous en donnons un résumé succinct d'après le *Journal of the American Society of Naval Engineers*.

Le charbon pulvérisé a fait l'objet de bien des essais depuis 1831, où Henschel, à Cassel, employait un courant d'air chargé de poussier de charbon pour le chauffage de fours à briques, pour le soudage et d'autres opérations faites sur les métaux.

Il y a près de quarante ans que Pütsch, en Angleterre, tenta d'employer le chauffage au poussier pour la fabrication du verre, et, vers 1870 (1), Crampton fit des essais pour appliquer ce système aux opérations métallurgiques.

Aux États-Unis, les essais de Mac Auley, vers 1881, et de Hathaway, en 1886, sont bien connus; et dans ces derniers temps, les expériences de Wegener et autres, en Allemagne et ailleurs, ont vivement attiré l'attention.

Trois principes fondamentaux jouent un rôle dans l'emploi du charbon pulvérisé comme combustible :

1° La chambre de combustion doit toujours être maintenue à une température élevée; 2° le combustible pulvérulent doit être introduit au

(1) Voir *Société des Ingénieurs Civils*, 1875, pages 267 et suivantes, la communication de M. Lavalley sur le four Crampton.

centre du courant d'air qui lui sert de véhicule et ce courant ne doit pas être interrompu; 3° enfin les particules de charbon doivent rester en suspension dans l'air jusqu'à leur combustion complète.

Cette dernière condition est d'une importance capitale, parce que si une partie de la poudre de charbon s'échappe du courant gazeux et tombe au fond de la chambre de combustion, elle se transforme en coke au lieu d'éprouver une combustion complète.

Il est nécessaire d'établir une distinction entre le charbon pulvérisé et le poussier ordinaire qui se produit naturellement dans la manutention du combustible. La poudre qu'on emploie pour le chauffage est préparée par un broyage de manière à passer dans un tamis présentant 900 mailles par centimètre carré et doit être absolument exempte de particules d'une grosseur supérieure.

La première des conditions nécessite des dispositions spéciales lorsqu'on emploie des chaudières à foyer intérieur, pour éviter que le voisinage des parois à une température relativement basse n'empêche la combustion complète du combustible en poudre. Il faut, dans ce cas, revêtir l'intérieur du foyer de briques qui, prenant une température élevée, empêchent le refroidissement de la flamme et jouent le rôle de volant de chaleur. La présence de ces briques n'entraîne aucune perte de chaleur; elles servent d'intermédiaire pour transmettre le calorique à la surface de chauffe effective.

La seconde condition exige, pour être remplie, une disposition convenable des appareils, et c'est surtout dans cette direction que s'est exercée l'ingéniosité des inventeurs.

La troisième condition dépend surtout du degré de finesse de la poudre de charbon et c'est le coût de la préparation de cette poudre qui limite, en pratique et au point de vue commercial, l'emploi de ce système de chauffage.

Le foyer Wegener, dont on a beaucoup parlé, est caractérisé par l'application au charbon pulvérisé des méthodes qu'on emploie avec succès pour les huiles lourdes et les résidus de pétrole en Russie. Dans ce système, le charbon en poudre est mélangé à l'air par une sorte de blutoir à mouvement de rotation et le mélange est lancé dans la chambre de combustion par un jet de vapeur. Une garniture réfractaire permet au foyer de conserver une température élevée et, comme il atteint rapidement celle du rouge blanc, les inégalités inévitables dans le chauffage n'ont aucun inconvénient. Les cendres qui existent dans le combustible se fondent sous forme de scorie liquide qui s'écoule par une ouverture pratiquée à cet effet dans le bas du foyer et il ne se produit pas plus d'accumulation de poussière dans les carneaux qu'avec le mode ordinaire de chauffage.

Des essais faits au point de vue spécial de la fumivorité ont été exécutés en Allemagne; ils n'ont pas donné des résultats extraordinaires comme vaporisation; on a obtenu de 8 à 9 *kg* de vapeur par kilogramme de combustible, en moyenne, mais on a obtenu une fumivorité complète dans tous les essais, toutes les fois qu'on s'est attaché à réaliser dans les foyers une surface suffisante de matière réfractaire pour prévenir le refroidissement de la flamme. On a éprouvé de sérieuses diffi-

cultés pour y arriver dans le cas des chaudières avec l'eau dans les tubes, et il a fallu établir une chambre de combustion entièrement séparée ne laissant pas la flamme toucher la surface des tubes.

L'emploi du combustible pulvérisé ne semble pas avoir un très grand intérêt au point de vue économique, puisque, d'une part, il n'accroit pas la vaporisation et que, de l'autre, il implique une dépense pour la pulvérisation, mais il constitue une solution intéressante du problème de la fumivorité, et peut être conseillé lorsqu'il existe des dispositions de police prohibant rigoureusement l'émission de fumée.

Le rôle de l'Ingénieur. — Nous donnons, d'après le *Journal of the Society of Arts*, le résumé d'un discours fort intéressant prononcé par M. William Henry Preece, ancien président de l'*Institution of Civil Engineers*, devant l'Association des Ingénieurs civils de Glasgow, le 8 février dernier.

Le succès de l'Ingénieur moderne est dû à ce fait qu'il a relégué dans les profondeurs de l'oubli les règles empiriques si en honneur autrefois et qu'il a élevé aux hauteurs de la science les observations de la pratique et l'exercice de la raison pure. Le principe du doute, qui est la base de toute recherche scientifique, l'oblige à examiner toute trace de faiblesse dans les matériaux qu'il emploie, toute cause possible d'erreur dans ses projets, pour éliminer toute cause d'insuccès dans ses ouvrages. Il ne doit jamais perdre de vue les lois de la nature et doit se tenir avec soin au courant des progrès de la science, de manière à être toujours à même de remplir sa tâche qui est l'application du grand principe de l'énergie et l'utilisation des merveilleuses propriétés de la matière pour les besoins, le confort et le bonheur de l'homme.

Le domaine de l'Ingénieur peut se diviser en trois grandes catégories qui classifient l'Ingénieur comme : Ingénieur civil, militaire et naval.

Le terme civil a été introduit à l'origine pour distinguer l'Ingénieur qui s'occupe du développement des arts de la paix de l'Ingénieur militaire. L'art de l'Ingénieur appliqué à la satisfaction de nos besoins et de notre confort est une chose très différente de celui qui a pour objet la destruction de nos ennemis ou notre protection contre leurs attaques. La guerre se fait sur terre et sur mer et, comme les conditions de l'attaque et de la défense dans les temps modernes sont devenues très différentes dans les deux cas, le terme militaire a été peu à peu réservé aux opérations sur terre, tandis que le terme naval a été réservé pour les opérations militaires sur mer. L'Angleterre doit sa position actuelle, comme centre d'un grand empire, à sa suprématie navale, et cette suprématie lui a été acquise autant par le génie et la science de ses Ingénieurs que par la valeur de ses marins.

L'art de l'Ingénieur civil, non seulement nous construit nos maisons, mais nous fournit les éléments indispensables à la santé, l'air pur, l'eau pure, la lumière pure. Que nous résidions dans des agglomérations de population ou que nous habitions la campagne, il met à notre disposition les moyens de transport par eau, par terre, par rail, et les moyens de communication par poste, télégraphe et téléphone. Ces moyens de supprimer presque le temps et la distance ne s'appliquent pas seule-

ment à notre voisinage immédiat, ils s'étendent à tout le pays, aux pays voisins, aux continents, à toute la terre. Le globe terrestre est entouré d'un réseau de fils électriques et nous pouvons lire le matin dans notre journal tout ce qui s'est passé d'important, la veille, dans le monde entier.

Rien n'est trop élevé pour l'Ingénieur; les étoiles lui servent à ses travaux géodésiques et à la traversée des mers. Il ne dédaigne pas les infiniment petits, car les molécules, dans leurs attractions et répulsions mutuelles, lui fournissent des renseignements qui le mettent à même de résister aux forces naturelles et de jeter des ponts sur des espaces immenses, de bâtir des palais de cristal, comme celui de Sydenham, et de couvrir des hectares de terrain pour y loger cette année, à Paris, les produits de l'art et de l'industrie du monde entier.

L'Ingénieur utilise la matière partout où il la trouve, il fouille les entrailles de la terre pour en retirer les minerais et autres substances minérales; il sonde le fond des mers pour y poser ses câbles ou pour y fonder les quais, des jetées, des digues; il explore la surface du globe pour y trouver tout ce que demandent les besoins, le confort et le luxe. Il irrigue les terres pour préparer les substances nécessaires à l'alimentation et à l'habillement. Il utilise pour ses besoins le grand principe de l'énergie pour en obtenir la chaleur, la lumière, la force motrice, etc.; il transforme enfin la matière brute, en ses divers éléments, en composés divers, de manière à lui assurer la durée, la force et à lui donner de la valeur.

Son domaine s'étend à la défense de la vie humaine. Il a su enrégimenter la bactérie et l'employer à la purification des eaux d'égouts, transformant ainsi cet ennemi invisible en protecteur de nos villes et de nos maisons. Il a, par des mesures défensives, purifié le sol et les cours d'eau de ces microbes en nombre infini qui semaient sur leur passage la maladie et la mort.

Le génie civil se divise en différentes classes qui ont pour la plupart leurs institutions propres et leurs publications spéciales.

La définition de l'Ingénieur civil donnée dans la charte de l'*Institution of Civil Engineers* est très exacte. Sa profession consiste dans l'art de diriger les grandes sources de puissance de la nature pour l'usage et la commodité de l'homme, par leur application aux moyens de production et de transport, etc. *(A suivre.)*

Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique. — M. le professeur G. Lunge, de l'École Polytechnique de Zurich, a fait devant la Société de l'industrie chimique à Liverpool, une intéressante conférence dont nous trouvons le texte dans l'*Industria*, numéro du 4 mars et suivants.

La question du combustible et celle de la force motrice, qui s'y relie directement, sont de première importance pour toutes les industries, et plus particulièrement pour l'industrie chimique.

Le temps est loin où on considérait comme inépuisables les gisements carbonifères. Il est sans doute excessif de considérer que la prochaine génération ou même la suivante seront témoins de cet épuisement,

mais, à une époque où l'extraction annuelle de charbon de la Grande-Bretagne et des États-Unis dépasse pour chacun de ces pays 200 millions de tonnes, et où il ne se produit aucune indication que ce développement de la production doive s'arrêter, il est nécessaire de prendre la chose à un point de vue plus élevé et d'envisager fermement l'avenir. Cet avenir est-il à cinquante ans ou cent ans de nous? Cela importe peu. Une chose certaine, c'est que la supériorité industrielle que possèdent actuellement certains pays, par suite de leur richesse en combustible, n'est qu'une affaire de temps et que cette supériorité est destinée à disparaître dans un délai relativement court. A cet égard, les États-Unis sont appelés à résister plus longtemps à cause du développement énorme de leurs gisements houillers. Les réserves de charbon qu'on suppose exister dans des pays tels que la Chine, seront vraisemblablement utilisées bien longtemps avant l'épuisement des houillères européennes, mais, dans la plupart des cas, le transport à grande distance élèvera le prix du combustible au point de le rendre abordable seulement aux besoins domestiques et non plus à l'industrie. Ces conditions amèneront un déplacement du centre de gravité des industries qui emploient beaucoup de combustible et c'est le cas de l'industrie chimique.

La situation se compliquera évidemment par l'épuisement des autres gisements minéraux, tels que ceux des minerais de fer, et par la découverte de nouveaux gisements situés dans d'autres pays, et ces nouvelles conditions amèneront une transformation profonde dans le régime économique des nations européennes. Si cette transformation n'est pas immédiate, il est probable cependant qu'elle se manifestera à une époque moins éloignée de la nôtre que celle où les villes hanséatiques avaient le monopole de la vente des fers allemands en Angleterre et où la sortie du fer de ce pays à destination des autres était considérée comme un délit puni des peines les plus sévères.

La rupture de l'équilibre qui existe actuellement entre les divers pays industriels sera encore accélérée par l'intervention d'autres facteurs. Il serait puéril de vouloir s'ériger en prophète, mais nous sommes en présence de deux réalités qui s'imposent à nos réflexions : l'électricité et la puissance hydraulique.

Toutes les réserves d'énergie que des milliers d'années ont accumulées sous forme de combustibles fossiles et qui ne représentent qu'une partie infinitésimale de l'énergie que les rayons solaires ont envoyée sur la terre, sont peu de chose en présence de celle que le soleil emploie journellement à l'évaporation des eaux qui baignent la surface de notre globe et dont on retrouve une grande partie dans la puissance mécanique représentée par les chutes d'eau.

Il y a peu de temps encore on n'utilisait la force hydraulique que dans les pays industriels les plus avancés et encore en faible partie. Aujourd'hui il n'en est plus de même et le changement se produit avec une rapidité prodigieuse. La transformation est moins visible dans la Grande-Bretagne, bien que l'utilisation des chutes de Foyers soit un exemple très remarquable de ce progrès. Mais en Suisse, par exemple, c'est avec une véritable fièvre qu'on se jette sur les chutes qui existent

si abondamment dans les vallées des Alpes, dans certaines parties du Jura et le long du cours du Rhin. Le même spectacle peut être observé dans les régions montagneuses de la France, de l'Espagne, du Tyrol, de l'Italie, de la Suède, de la Norvège, etc.

Ce sont précisément les pays les moins favorisés en gisements de combustible qui sont les plus riches en chutes d'eau. Au contraire, l'Angleterre et l'Allemagne, qui n'ont rien à désirer comme richesses houillères, sont à peu près dépourvues de forces hydrauliques. Seuls les États-Unis ont le rare privilège d'être abondamment dotés de ces deux sources de richesse nationale. *(A suivre.)*

Cambustible nécessaire pour le chauffage d'un local (***Erratum***). — M. J. Orpiszewski nous signale une erreur qu'il a faite dans la note que nous avons reproduite dans le Bulletin de mars, première quinzaine.

Il y est dit, page 154 : « A cette quantité il faut ajouter 20 0/0 pour tenir compte de ce que les portes et les fenêtres ne joignent jamais d'une manière irréprochable et diviser par 0,65, coefficient moyen d'utilisation des appareils de chauffage. »

La formule qui suit doit, en conséquence, être écrite comme suit :

$$N = \frac{1{,}20\ \Sigma f w}{0{,}65\ k} \times 24 \times 30.$$

COMPTES RENDUS

INSTITUT ROYAL DES INGÉNIEURS NEERLANDAIS (1)

Séance du 14 février 1899.

Communication sur le percement de l'isthme de Panama. — M. le colonel van Zuylen, membre de la Commission d'études de 1889, donne l'aperçu historique du projet et des travaux exécutés; puis il discute la probabilité de l'achèvement et les chances du canal de Nicaragua.

M. Lambrechtsen, directeur des travaux publics de la ville d'Amsterdam, communique les grandes lignes de son projet pour la canalisation de cette ville. Il conclut au refoulement des eaux vers la mer.

Livraison du 29 avril 1899.

M. Stroink étudie la section économique des tuyaux des conduites d'eau. Une conduite de faible dimension demande une machine de plus grande puissance pour vaincre la perte de charge. Avec une conduite plus grosse et plus coûteuse, on peut se contenter d'un moteur de moindre puissance. L'auteur détermine la limite économique entre les deux solutions.

Rapport de mission de MM. Du Croix, Roosebaum et Stael sur les moyens de faire passer un train de chemin de fer à travers un cours d'eau ou un bras de mer.

Séance du 11 avril 1899.

Communication de M. Peters sur l'élément monumental dans la construction des ponts.

Séance du 13 juin 1899.

Communication de M. Dirks sur les travaux publics dans la République Argentine et, en particulier, sur le port de guerre de Puerto Belgrano.

Communication de M. van Stalk sur les canaux en béton.

Communication de M. Staten sur les nouveaux explosifs et leur applications dans l'art militaire.

Séance du 12 septembre 1899.

Communication de M. De Ryke sur la rivière Woosung (Chine) qui met la ville de Shangaï en communication avec la mer.

Communication de M. van Hasfelt, directeur du service des eaux d'Amsterdam, sur les travaux en exécution pour augmenter le débit de l'installation (canaux découverts et pompes élévatoires),

(1) Résumé communiqué par M. J. de Koning.

Communication de **M. Dufour** sur l'installation électrique pour la manœuvre des portes de l'écluse d'Imuiden.

Communication de M. Barnet-Lyon sur le tramway électrique de Haarlem.

Livraison du 20 décembre 1899.

Étude de M. van Hemert sur les tensions dans les poutrelles des ponts de chemins de fer.

Séance du 14 novembre 1899.

Communication de **M. Weys** sur les travaux d'irrigation des Indes Néerlandaises.

Communication de M. Symons sur la législation concernant l'hygiène et la salubrité publiques.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 7. — *17 février 1900.*

Laboratoire du génie civil à l'École technique supérieure de Hanovre, par F. Frese.

Machines et installations mécaniques aux États-Unis, par C. Rozenbogen *(suite)*.

Dynamo-volant à courant continu, par C. Collischonn.

Support oscillant simple comme substitut de l'appareil à rouleaux pour les ponts métalliques, par Kübler.

Drague à succion de nouvelle construction, par von Horn.

Groupe de Berlin. — Les machines dans les mines d'or du Transvaal.

Groupe de Hambourg. — Fumivorité dans les établissements industriels.

Groupe du Rhin moyen. — Les installations électriques de la Société des tramways de Coblentz.

Groupe de la Thuringe moyenne. — Instruction pratique de l'Ingénieur.

Bibliographie. — Manuel pour l'enseignement de la géométrie descriptive, par R. Muller.

Revue. — Les douanes et l'énergie électrique. — Appareil de levage pour locomotives.

N° 8. — *24 février 1900.*

Les automobiles et leurs moteurs *(suite)*.

Laboratoire de génie civil à l'École technique supérieure de Hanovre, par Frese *(fin)*.

Machine d'extraction des mines de Tamarak.

Effet utile thermique d'une turbine à air chaud, par V. Lorenc.

Association des chemins de fer. — Les chemins de fer anglais.

Revue. — Grue pour la construction de la galerie des machines au Champ-de-Mars. — Activité des établissements impériaux de physique technique en 1897-99.

N° 9. — *3 mars 1900.*

Les bateaux à vapeur du Volga, par R. Wels.

Commutateurs pour moteurs électriques.

Les automobiles et leurs moteurs *(suite).*

Groupe de Wurtemberg. — Expériences sur l'effet utile comparé des marteaux à came et des marteaux à pression d'air.

Bibliographie. — Les moteurs thermiques, par Alfred Musil.

Revue. — Emploi d'un conducteur supérieur pour fournir le courant électrique à des véhicules ordinaires. — Vitesses réalisées sur les chemins de fer.

Correspondance. — Les vibrations des coques de navires, leurs causes et les moyens de les réduire.

N° 10. — *18 mars 1900.*

Grands moteurs à gaz, par E. Meyer.

Nouvelles formes de dents d'engrenages, par G. Lindner.

Les automobiles et leurs moteurs *(suite).*

Indépendance des chaudières de locomotives par rapport au châssis et son influence sur le coût des réparations, par Hartmann.

Groupe de Berg. — Principe du travail chimique utile.

Groupe de Hambourg. — Moyens pour accroître l'effet utile thermique des machines à vapeur.

Groupe de Westphalie. — L'éclairage à l'acétylène et son prix de revient.

Bibliographie. — Séchage à l'air et à la vapeur, par E. Hausbrand. — Vaporisation, condensation et réfrigération, par E. Hausbrand.

Revue. — Les nouvelles installations de la General Electric Company, à Schenectudy. — Champ d'application des moteurs électriques indépendants aux machines-outils.

Correspondance. — Support oscillant simple comme substitut de l'appareil à rouleaux pour les ponts métalliques.

INFORMATIONS TECHNIQUES

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Trafic du Canal de Dortmund à l'Ems.** — Il nous paraît intéressant de donner quelques détails sur le trafic du canal de Dortmund à l'Ems, pendant le premier trimestre de son exploitation, commencée le 17 avril 1899. On verra ainsi se dessiner les courants et la nature des transports sur cette voie navigable destinée à dévier vers le port d'Emden une partie du transit par Rotterdam et Anvers vers la Westphalie.

Depuis l'ouverture, le mouvement a augmenté graduellement, de sorte qu'à la fin du trimestre, il arrivait par semaine à Dortmund 20 à 30 bateaux qui repartaient chargés. Le nombre total des bateaux arrivés jusqu'au 17 juillet est de 195.

La plupart étaient des vapeurs ou des chalands, appartenant à la Westphalische Transport Aktiengesellschaft, de Dortmund. Ils amenaient dans ce port des minerais, ainsi que des bois de mine et de construction de la Suède, viâ Emden, des céréales des Pays-Bas, du sable du district de Münster, ainsi que du poisson et des denrées coloniales. Leur chargement total s'élevait à 11 280 *t*. La Société métallurgique « Union », de Dortmund, a reçu 8 000 *t* de minerai suédois; 600 *t* de bois de mines ont été transbordés sur wagons et envoyés aux charbonnages de la Ruhr.

A la sortie, le tonnage a été de 9165 *t* et comprenait principalement des produits métallurgiques, tels que poutrelles, fers en barre, rails, etc., des scories concassées, pour ballast, du minerai de cuivre, des briques et des farines. Les fers comprenaient 1 250 *t*; les expéditions de matériaux de construction, destinés presque exclusivement au district de Münster et à la Frise orientale, s'élevaient à 5 900 *t*. On n'a expédié que 290 *t* de charbon, ce qui provient de ce que le Syndicat des charbons de la Westphalie Rhénane ne veut pas encore affréter pour le nouveau canal.

Ce trafic peut paraitre minime. Mais il ne faut pas perdre de vue que l'exploitation ne fait que commencer, que les ports d'Emden et de Leer — où se font principalement les transbordements de navires de mer sur chalands — ne sont pas encore aménagés; que par suite de la décision prémentionnée du Syndicat des charbons, l'élément principal du fret en retour fait défaut; enfin que l'ouverture officielle n'a eu lieu que le 11 août 1899. *(Annales des Travaux Publics de Belgique*, février 1900, page 58, d'après le *Zeitschrift für Binnenschiffart.)*

2. — **Le pont sur la Tugela.** — Nous avons indiqué dans les *Informations techniques*, de juillet 1899, page 124, qu'une maison américaine, les Pencoyd Iron Works, avaient fait dans des conditions de

rapidité extraordinaire l'installation d'un port sur l'Atbara pour le chemin de fer du Soudan. Les constructeurs anglais, qui n'avaient pu lutter avec succès pour cette affaire avec leurs concurrents transatlantiques, ont pris leur revanche par la reconstruction encore plus rapide du pont de Colenso, sur la Tugela, détruit par les Boers.

Le gouvernement du Natal avait appelé à soumissionner des constructeurs anglais et américains, et l'entreprise fut adjugée à la Patent Shaft and Axletree Cy, de Wednesbury, qui s'engageait à livrer la première travée six semaines après la commande. Celle-ci a été faite le 21 décembre et la première travée était achevée le 13 janvier. Si on déduit les jours de fête de la fin de l'année et les trois dimanches, il reste dix-neuf jours. Il n'existait, à la commande, pas de matières dans les ateliers du constructeur; la commande fut donnée le 21 décembre à 9 heures du matin et à 5 heures du soir, 100 *t* de tôles et fers avaient été amenées, essayées et acceptées par les Ingénieurs du Gouvernement du Natal.

Le 19 janvier, deux des travées étaient terminées et le travail commencé sur les trois autres et toutes les matières approvisionnées, coupées de dimensions, essayées et reçues.

Le pont se compose de cinq travées indépendantes de 32 *m* de longueur chacune, avec 4,85 *m* de largeur à l'intérieur des poutres, portant d'un côté une voie de 1,067 *m* entre les rails, et de l'autre une chaussée pour les chevaux et les piétons. Ces poutres sont avec semelles supérieure et inférieure doubles, comprenant entre elles les montants verticaux et les diagonales simples; chacune pèse 105 *t*, soit à très peu près 3 *t* par mètre courant. Comme tous les bords des tôles sont rabotés, on a eu à raboter par travée 2 290 mètres courants et à forer 69 000 trous pour rivets. (*Scientific American*, 24 février 1900, page 116.)

3. — **Le pont sur le Kosi.** — Le Bengal and North-Western Ry construit en ce moment sur le Kosi, à 2 1/2 *km* de la jonction de cette rivière avec le Gange, un pont qui n'aura pas moins de 15 travées de 61 *m* de portée chacune, soit une longueur totale de 915 *m*.

Les piles de 12 *m* de hauteur sont établies sur des puits de 8 *m* de diamètre, descendus à 30 *m* au-dessous du niveau des basses eaux. Les culées sont bâties sur un puits principal et six puits secondaires foncés à 13,50 *m* au-dessous du niveau des basses eaux. Il a fallu endiguer la rivière sur près de 5 *km* de longueur, par des murs en pierres s'élevant à 0,60 *m* au-dessus des hautes eaux.

On a commencé les travaux le 1er janvier 1899 : actuellement quatre piles sont achevées et huit autres sont en construction. On n'a pas éprouvé de difficultés proprement dites, mais les matériaux sont difficiles à se procurer et viennent de loin; il a fallu établir des voies ferrées provisoires à voie de 1 *m*.

On a, de plus, installé un pont provisoire en charpente, de 610 *m* de longueur, pour lequel le battage des pieux a été très difficile en présence d'un courant de 8 *km* à l'heure.

On ne pense pas que l'ouvrage soit terminé avant le milieu de 1902. (*Indian Engineering*, 10 février 1900.)

4. — Tunnel du Simplon. — Voici l'état des travaux du tunnel du Simplon, à la fin de février 1900.

Galerie d'avancement.	*Côté nord.* Brigue.	*Côté sud.* Iselle.	*Total.*
Total à fin janvier	2 461	1 716	4 177
Progrès mensuel.	132	122	254
Longueur à fin février . .	2 593	1 838	4 431
Ouvriers.			
Hors du tunnel.			
Total des journées	21 576	8 838	30 414
Moyenne journalière. . .	874	316	1 190
Dans le tunnel.			
Total des journées	29 752	22 446	52 198
Moyenne journalière. . .	1 063	802	1 865
Ensemble des chantiers.			
Total des journées	51 828	31 284	82 612
Moyenne journalière. . .	1 937	1 118	3 055
Animaux de trait.			
Moyenne journalière. . .	36	16	52

Côté nord. — La galerie d'avancement a traversé le schiste calcaire. On a rencontré de nouveau, trois sources aux kilomètres 2,462 (1,5 *l* par seconde), 2,476 (7 *l* par seconde) et 2,558 (1/2 *l* par seconde). Les venues d'eau ont comporté au total 44 *l* par seconde. Progrès moyen de la perforation mécanique 4,71 *m* par jour de travail. Le 27 février, un ouvrier a été tué sur les chantiers des installations par un train de pierres dont il voulait décrocher le dernier wagon.

Côté sud. — Le terrain traversé est le gneiss d'Antigorio dur et sec. Progrès moyen de la perforation mécanique 4,36 *m* par jour de travail. Le 24 février, un serre-frein a été tué sur la place des installations en voulant monter sur la machine en marche. (*Journal de Genève*, du 8 mars 1900.)

II^e^ SECTION

Mécanique et ses applications, locomotives, machines à vapeur, etc.

5. — Une nouvelle chaudière de locomotive. — On essaye en ce moment sur l'Atchinson, Topeka and Santa-Fé R. R. une locomotive portant une chaudière à retour de flamme du genre des chaudières marines. C'est une machine type Consolidation. La chaudière a 5,20 *m* de longueur et 1,95 *m* de diamètre. Elle contient un foyer cylindrique à parois ondulées de 1,015 *m* de diamètre et 4,32 *m* de longueur dans lequel se trouve une grille de 2,05 *m* de longueur qui a, par conséquent, environ 2,10 m^2 de surface. L'air arrive sous la grille par un

conduit qui traverse la chambre de combustion et va déboucher à l'extérieur où il porte un registre. De la chambre de combustion qui est à l'extrémité du foyer partent 133 tubes par lesquels les gaz vont à la boite à fumée placée à l'arrière de la chaudière dans le cab, et de là ils reviennent à l'avant par deux conduits extérieurs qui se trouvent sur le haut de la chaudière, ces conduits se réunissent à la base de la cheminée.

Les essais sont en cours et il parait que les résultats comme production de vapeur sont satisfaisants (*Engineering News*, 22 février 1900, page 121).

6. — **Transporteur système Goodwin.** — Ce système, qui se prête spécialement aux transports intérieurs des ateliers et usines, a reçu déjà d'assez nombreuses applications.

Il se compose essentiellement : 1° d'un chariot roulant ; 2° de la voie et des appareils de bifurcation.

Le chariot ne présente rien de particulier ; il est constitué par deux flasques entretoisées et roule sur les bords des ailes inférieures d'un fer I par l'intermédiaire de quatre galets symétriques deux à deux ; à la partie inférieure vient s'accrocher un palan qui sert à soulever et maintenir suspendues les charges.

La voie se compose d'un fer I fixé à la charpente du bâtiment par des crochets qui embrassent les ailes supérieures du fer et laissent toujours dégagé le chemin de roulement formé par les ailes inférieures.

Ce qu'il y a de particulier dans le système Goodwin réside dans l'emploi d'appareils de changement de voie, triple aiguille et plaque tournante permettant au chariot de circuler sur un véritable réseau de voies aériennes.

Ces appareils consistent en fers I pouvant tourner les uns autour de leur extrémité, de manière à former triple aiguille, les autres autour de leur milieu comme une plaque tournante. Les dispositions pratiques dans le détail desquels nous ne saurions entrer sont combinées de manière que les pièces formant voie soit guidées par la partie supérieure du fer et que les ailes inférieures sur lesquelles roulent les galets sont toujours dégagées et libres.

Ce système parait propre à rendre des services pour le transport et la manipulation de pièces de poids modéré. Si la charpente des bâtiments est assez forte pour se prêter à son installation sans qu'il soit nécessaire de la renforcer, le coût d'établissement est peu élevé et l'emploi économique.

On peut aussi appliquer ce système au moyen de supports très simples à desservir des cours d'usines et espaces découverts, de manière à l'utiliser pour des sucreries, distilleries agricoles, etc. (Communiqué par M. L. Standaert.)

7. — **Système pour approvisionner de charbon les navires en mer.** — Une disposition pour approvisionner de charbon les navires en mer a été proposée par M. Spencer Miller et essayée aux Etats-Unis avec le navire de guerre *Massachusetts*. Voici les bases du système :

1° Le navire de guerre à ravitailler prend le charbonnier en remorque ou inversement, la distance laissée entre les deux navires étant de 100 *m* environ. La pratique du remorquage à la mer indique qu'il n'y a aucun danger d'accident avec cette distance ;

2° Le navire à approvisionner installe une bigue sur son pont, laquelle bigue, maintenue par des haubans, reçoit une poulie à gorge et une trémie pour recevoir le charbon et le laisser tomber dans les soutes.

3° Le charbonnier porte un double treuil à vapeur placé derrière le mât de misaine. Un câble d'acier, de 18 à 20 *mm* de diamètre, va d'un des tambours au haut du mât, y passe sur une poulie et va de là à la poulie placée sur la bigue du navire de guerre pour revenir ensuite au second tambour du treuil du charbonnier. Le moteur du treuil donne à ce câble un mouvement alternatif.

4° Un chariot de forme spéciale porte sur le câble par des galets et, de plus, peut s'accrocher à ce câble. Il porte des sacs de charbon du poids de 300 à 450 *kg*. Ce chargement est tenu par un crochet placé sous le chariot et qui s'ouvre automatiquement par le choc du chariot contre un butoir fixé à la bigue du charbonnier.

5° Dès que la charge est décrochée et tombe dans la trémie, le sens du mouvement du câble est changé et le chariot revient avec le charbonnier. Pendant ce retour, sur le navire ravitailleur, un monte-charge reçoit au fond des cales les sacs de charbon, les monte et le crochet du chariot les saisit automatiquement dès qu'il arrive à leur portée. Le mouvement du câble est renversé et le chariot, chargé de nouveau, retourne au navire de guerre. Les essais de l'appareil ont été faits entre le *Massachusetts* et le charbonnier *Marcellus* et paraissent avoir réussi. (*Journal of the American Society of Naval Engineers*, novembre 1899, page 1049).

8. — **Bateaux de pêche à vapeur en Allemagne.** — D'après le *Deutscher Seefischerei Almanach* publié par l'Association allemande pour la pêche maritime, le chiffre des bateaux de pêche s'élèverait, à la fin de 1898, à 130, répartis comme suit dans les différents ports allemands :

Bremerhaven	39
Geestemunde	33
Brême	19
Hambourg	11
Altona	7
Divers	21
	130

Sur ce nombre, deux sont munis de moteurs à pétrole (ils ont été construits en 1892-93), 12 sont pourvus de machines à triple expansion ; les autres possèdent des machines Compound. Enfin les tonnages varient entre 30 et 70 *tx* pour ceux de Bremerhaven ; ils s'élèvent, en moyenne, à 60 *tx* pour ceux de Geestemunde et à 45 pour ceux de Brême.

Le plus grand vapeur de pêche allemand est le *Friedrich-Albert*, de

Geestemunde; il jauge 595 m^3 brut, 270 net, soit 97 *tx*; il a 39,5 *m* de longueur, 6,5 *m* de largeur et 3,50 *m* de creux; la coque est en acier; sa machine à triple expansion développe 350 *ch* indiqué. I a été lancé en 1898 (*Bulletin trimestriel de l'enseignement professionnel et technique des pêches maritimes*).

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

9. — **Poudre de mines pour houillères.** — On vient, en Angleterre, d'introduire sur le marché une nouvelle poudre de mines que l'administration a inscrite sur la liste des explosifs autorisés et qui est destinée à être employée dans les mines de charbon dangereuses. Voici la composition de cette poudre dite « Bulldog », comparée avec celle de la poudre ordinaire, qui est interdite dans les mines de ce genre.

	Poudre ordinaire.	Poudre Bulldog.
Salpêtre.	61,92 0/0	85 0/0
Soufre	15,06	1
Charbon et humidité. . . .	23,02	14

Dans la poudre Bulldog, on s'est attaché à réduire la proportion des agents qui peuvent donner lieu à la production de matières inflammables et on a augmenté celle des corps ininflammables et oxydants. Il se produit un excès d'acide carbonique et d'azote qui préviennent le dégagement des flammes. M. Donald M. Stuart a fait de nombreuses expériences dans les mines avec cette poudre; il a trouvé qu'elle a autant d'effet que les meilleurs explosifs, avec une action plus égale dans la masse du charbon; elle fait moins de débris et il en faut moins à égalité de travail utile (*Engineering*, 9 mars 1900, page 323).

10. — **La production du charbon depuis dix ans.** — Les chiffres suivants indiquent l'augmentation qu'a prise la production houillère dans les divers pays depuis dix ans. Ils sont exprimés en mille tonnes :

Pays.	1889	1899	Augmentation 0/0
Etats-Unis.	218 000	85 383	255
Grande-Bretagne	212 000	176 917	120
Allemagne.	110 000	67 342	165
France.	32 509	23 852	136
Belgique.	22 000	19 870	110,5
Autriche-Hongrie. . . .	12 500	9 930	125,5
Russie.	11 900	6 197	192
Canada	4 100	2 658	153
Indes anglaises	4 250	1 946	217
TOTAUX	627 250	393 695	159

Le fait le plus saillant dans cette comparaison est l'énorme augmentation de production des États-Unis qui tiennent aujourd'hui la tête. La production de la Russie et des Indes est également remarquable, elle a doublé depuis dix ans, bien qu'elle soit encore peu importante au point de vue absolu. (Sources diverses.)

11. — **Les prix du charbon.** — Les prix du charbon sur le carreau de la mine varient, dans une large mesure, suivant les pays de production. Le minimum paraît avoir été atteint dans l'Inde anglaise, savoir : 4.50 *f* par tonne et le maximum dans la colonie du Cap avec 17,80 *f*. Au Natal, le prix est moins élevé, 12.50 *f*. Dans la Nouvelle-Zélande, on peut avoir du charbon à la mine pour 12,50 *f*, en Tasmanie pour 10 *f*, dans la colonie de Victoria pour 11,50 *f*. et dans les Nouvelles Galles du Sud pour 7 *f*; au Transvaal, le charbon revient. dans les mêmes conditions, à 9,50 *f*.

Les États-Unis viennent immédiatement après l'Inde pour les bas prix, le charbon y revient en moyenne à 5,75 *f* à la mine. Si on considère les pays européens, c'est en Espagne qu'on trouve les prix les plus bas, 7,50 *f* la tonne; après vient l'Autriche avec 7,65 *f*, la Grande-Bretagne 8,10 *f*, la Russie 8,40 *f* et l'Allemagne 9,20 *f*. En Belgique, le prix moyen est de 10,25 *f* et en France de 10,80 *f*.

Une des raisons pour lesquelles le charbon est très bon marché aux États-Unis est le taux élevé de la production par ouvrier, 450 *t* par an. Ce taux est cependant inférieur à celui que donne un mineur dans les Nouvelles Galles du Sud, 453 *t*. Dans la Nouvelle-Zélande, c'est 440 *t*. Dans la Grande-Bretagne, on obtient guère plus de 297 *t* par ouvrier et par an. Dans la colonie du Cap, où on emploie principalement la main-d'œuvre indigène, le produit n'est que de 56 *t* par an. Au Natal, où on a facilement des coolies, on obtient 156 *t*. Dans l'Inde anglaise, un ouvrier ne produit que 68 *t* par an, il faut donc que la main-d'œuvre y soit à un prix extrêmement réduit. Les productions annuelles sont de 271 *t* pour le mineur allemand et de 216 pour le mineur français. (*Engineering*, 9 mars 1900, page 335.)

12. — **Emploi de la tourbe sur les chemins de fer.** — La hausse croissante des combustibles a déterminé le Ministère des voies de communication, en Russie, a faire faire des essais de chauffage à la tourbe sur les locomotives du chemin de fer Nicolas.

Lorsque le prix du bois subit une hausse de 20 0/0, cette ligne qui employait exclusivement ce combustible, a cherché à le remplacer par le naphte, mais le prix de ce dernier atteignant des taux inconnus jusqu'à ce jour, on songe à recourir à la tourbe très abondante dans le nord de la Russie.

Autrefois, ce combustible n'avait pas donné de résultats satisfaisants; les briquettes mal faites renfermaient une forte proportion d'humidité, au point que le remplacement d'une sagène cube de bois (9,7 m^3) nécessitait plus de 200 pouds (3 280 *kg*) de tourbe.

Depuis, on a introduit dans l'exploitation des tourbières et dans la confection des briquettes de tourbe, des perfectionnements qui font entrevoir la possibilité de reprendre son emploi.

La situation actuelle n'épargne pas plus la ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie, dont les dernières adjudications de bois de chauffage n'ont pas été couvertes; l'administration s'est vue dans la nécessité d'exploiter ses forêts elle-même et, dans ce but, la construction d'un raccordement de 60 verstes vient d'être décidée dans les régions forestières du réseau. (Communiqué par M. L. Journelleau.)

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

13. — **Production du carbure de calcium.** — D'après Borchers, la production du carbure de calcium atteindrait annuellement 256 000 *t*, tandis que celle du chlorure de chaux n'atteindrait que 225 000 et celle du cuivre électrolytique 166 000 *t*. En prenant 375 *f* pour le prix de vente moyen de la tonne de carbure, la valeur totale du carbure fabriqué annuellement dépasse 96 millions de francs, chiffre qui n'est dépassé que par la valeur du cuivre électrolytique, 312 millions et de l'argent retiré des boues provenant du traitement du cuivre, 150 millions. Le prix de vente, 375 *f* diffère peu du prix du début, 400 à 450 *f*; il est rémunérateur; d'après Liebetang, le prix de revient, tous frais compris, de la tonne de carbure, serait de 216 *f* avec chute d'eau et de 295 *f* avec machines à vapeur, et à Meran (Autriche), le prix aurait pu être abaissé à 186 *f* (?).

Tous les efforts actuels tendent à créer un four à production continue; un bon four de ce genre n'est pas encore connu; les courants alternatifs donnent d'aussi bons résultats que les courants continus; l'avenir paraît être aux courants triphasés pour cette fabrication. On n'a pas de données certaines sur l'influence de la pureté plus ou moins grande des matières premières. L'état physique le plus favorable de ces matières ne paraît pas être l'état pulvérulent, mais les menus fragments. L'application du carbure de calcium consiste uniquement dans la préparation de l'acétylène pour l'éclairage qui grandit journellement pour toute espèce d'industrie. (*Revue générale de chimie pure et appliquée*, Chronique 20 février 1900, page 146.)

14. — **Un curieux four à chaux.** — On peut voir dans l'enceinte de la fabrique de chaux et ciment de Baulmes (canton de Vaud) deux fours d'un type tout nouveau qui mérite mention. Destinés à la cuisson de la roche argilo-calcaire qui donne naissance à la chaux hydraulique lourde, ces appareils présentent la forme de deux tours cylindriques juxtaposées et sont constitués par une série d'anneaux de fonte boulonnés les uns aux autres et pourvus extérieurement d'ailettes ou nervures verticales très rapprochées.

Dressées en plein air et hautes d'environ 10 *m* avec un diamètre de 2,50 *m*, ces tours reçoivent par le haut le mélange de roches à cuire et du combustible destiné à la cuisson; elles rendent par le bas la chaux lourde prête à être concassée et blutée. Aucun revêtement de maçonnerie

à l'intérieur des anneaux de fonte; la flamme peut lécher la paroi métallique et il arrive même à celle-ci de rougir, mais jamais, grâce à l'actif refroidissement des ailettes par l'air ambiant, la température de la fonte ne s'élève assez pour amener la fusion ni la détérioration de l'enveloppe; c'est le four à chaux entièrement métallique. Remarquable par la simplicité de sa construction, ainsi que par l'absence totale du « collage » c'est-à-dire d'adhérence des matières descendantes aux parois, ce type l'est moins au point de vue de l'effet utile du combustible. Il est clair, en effet, que l'enveloppe métallique assez mince (30 *mm* environ) à l'intérieur de laquelle s'opère la cuisson de la roche joue tout le contraire d'un isolant calorifuge et que le rafraichissement continu de cette enveloppe se traduit par une abondante soustraction de chaleur qui se perd incessamment dans l'atmosphère. Il nous paraît douteux que ce gros inconvénient soit sérieusement contre-balancé par les mérites du nouveau four et que ce type spécial se répande beaucoup (Article de M. W. Grenier paru dans *La Famille.)*

15. — **Filtre mécanique de la Compagnie d'East Providence (États-Unis).** — Ce filtre, du système « Jewel Gravity Filter », reçoit les eaux destinées à la consommation après que celles-ci ont été additionnées d'une solution de sulfate d'alumine. Ce réactif détermine, comme on sait, la production d'un précipité qui, en se déposant dans les décanteurs d'abord, à la surface du filtre ensuite, retient les substances organiques et les matières colorantes contenues dans l'eau.

Le filtre mesure 16 m^2; il est formé d'une couche de quartz broyé de 1,10 *m* d'épaisseur. Il fonctionne à raison de 140 m^3 par mètre carré et par 24 heures; il peut donc livrer journellement à la consommation 2 250 m^3 d'eau épurée.

Les frais de premier établissement ont été de 59 000 *f*. Ils monteront à 105 000 *f* après l'adjonction de trois nouveaux filtres capables, avec l'appareil existant, d'un débit journalier de 9 000 m^3.

Les frais d'exploitation proprement dits se bornent à l'achat du sulfate d'alumine; pour un dosage de 0,015 *g* par litre, ils représentent une dépense de 0,0024 *f* par mètre cube; ils atteindront plus de 20 *f* par jour lorsque l'installation sera complète.

D'après la communication faite à ce sujet par M. Ed. B. Weston, à l'*American Society of Civil Engineers*, les résultats obtenus par ce mode de filtration seraient satisfaisants. La filtration réduirait :

de 99,20 0/0 les bactéries;
6 — les substances solides;
1 — le chlore;
61 — l'oxyde ferrique;
32 — l'alumine;
29 — l'ammoniaque libre;
63 — l'ammoniaque albuminoïde;
83 — les substances colorantes.

Ces chiffres, dont il ne nous est pas possible de vérifier l'exactitude, paraissent, à première vue, sujets à caution et appellent des réserves (*Annales des Travaux publics de Belgique*, Février 1900, p. 68.)

16. — **Épuration des eaux de sucreries.** — L'Ingénieur Vassilieff a installé, à la sucrerie-raffinerie de Khodorkovsk, l'épuration des eaux par épandage, laquelle a donné de bons résultats pendant les deux dernières campagnes.

Les gelées des hivers russes compliquent ou même rendent impossible le colmatage tel qu'il se pratique habituellement, voici comment le problème a été résolu.

La sucrerie-raffinerie de Khodorkovsk travaille quotidiennement 270 *t* de betteraves et fabrique 46 *t* de sucre raffiné.

Les eaux des diffuseurs, des filtres-presses, des purgeurs, des presses à cossettes et les eaux provenant du lavage des formes et des filtres à noir animal passent dans un égout collecteur qui les conduit dans un bassin cimenté de section elliptique à fond tronconique d'une contenance de 15 500 *l*, quantité qui correspond à celle que l'usine produit en une demi-heure. Le fond du bassin dans son axe est exhaussé et recouvert d'une grille par laquelle l'eau est aspirée par une pompe. Cette pompe refoule dans une conduite formée de tuyaux de fonte de 0,15 *m* de diamètre enduits d'asphalte; ces tuyaux sont enterrés dans le sol à 1 *m* de profondeur pour être à l'abri de la gelée. La conduite a 1 200 *m* de longueur et franchit une différence de niveau de 8,50 *m*. Elle débouche à la partie supérieure d'un terrain de 12 *ha* sur lequel l'épandage se fait en descendant.

Au début de la campagne, lorsqu'il ne gèle pas encore, les eaux débouchent dans un canal transversal aux sillons d'un champ de 4 1/2 *ha*. Les sillons sont distants de 0,70 *m* et ont 0,36 *m* de profondeur; l'absorption se fait par colmatage.

En octobre et au milieu de novembre, lorsque les pluies abondantes réduisent la capacité d'absorption des sillons, c'est sur des terrasses formées de 50 planches superposées de 1,8 *ha* de superficie que les eaux sont dirigées; elles forment des nappes de 0,20 *m* d'épaisseur et s'écoulent en gradins. Enfin, en plein hiver, lorsque le sol des planches est complètement gelé, on se sert de deux bassins creusés directement dans la terre à 0,75 *m* de profondeur sur un demi hectare de surface; le fond en est labouré à 0,10 *m* de profondeur. A l'abri de la couche de glace qui les recouvre les eaux d'égout filtrent parfaitement dans ces bassins de terre.

Quant aux eaux des laveries de betteraves et des condenseurs, elles passent à travers plusieurs grilles, puis elles se décantent dans deux premiers bassins, stationnent dans deux bassins intermédiaires et retournent au grand étang qui alimente l'usine. (Communiqué par M. L. Journolleau.)

V^me^ SECTION
Électricité.

17. — **Utilisation des résidus des villes pour la production de l'électricité.** — Comme suite à l'article publié sous ce titre dans les *Informations techniques* de mars dernier, deuxième quinzaine, page 197, il nous paraît utile de rappeler que si, dans le cas cité,

l'emploi des résidus ne pouvait apporter qu'un concours insignifiant, cet emploi n'est pas à dédaigner d'une manière absolue.

Dans un mémoire lu devant l'*Institution of Civil Engineers*, Sir Douglass Fox décrit un certain nombre d'installations dans lesquelles la production de la vapeur est obtenue par la combustion des détritus. La plus ancienne et la plus importante de ces installations est celle de Shoreditch. On y a brûlé en douze mois plus de 6 000 *t* de refuse dont 92 0/0 étaient constituées par les ordures ménagères, le reste était formé de papier, paille, etc. On brûle ces matières dans douze fours Manlove-Alliott, chauffant autant de chaudières Babcock et Wilcox.

Les détritus, à leur arrivée à la station centrale, sont pesés, puis mis dans des camions que deux monte-charges électriques élèvent jusqu'à une plate-forme.

Ces camions sont déchargés dans des récipients placés au-dessus de chaque four. On reçoit par jour 80 à 90 *t* de ces résidus. Il n'est pas nécessaire d'ajouter du combustible à cette matière parce que la température des fours est maintenue de 800 à 1 000° C. Les cendres forment 32 0/0 du poids de matières employées; on les utilise pour faire du béton et par leur mélange avec du ciment de Portland on en fait un pavage excellent.

Trois pompes à moteurs électriques refoulent l'eau d'alimentation dans un réchauffeur d'où elle passe dans de grands réservoirs cylindriques placés à 6 *m* en contre-haut des chaudières dans lesquelles l'eau pénètre par différence de niveau. La vapeur produite est presque entièrement employée à la production de l'énergie électrique et, pendant l'année qui vient de s'écouler, la station de Shoreditch a fourni à la consommation plus d'un million de kilowatts-heures.

18. — **Accumulateurs électriques.** — L'*Electrical World* discute, dans un article de fonds, l'avenir des accumulateurs électriques. Leur usage commence à se répandre pour diverses applications mobiles bien que leur poids excessif paraisse devoir être une grave objection. Ainsi on peut faire une comparaison intéressante entre l'énergie emmagasinée dans diverses substances : 1 *kg* de pétrole contient une quantité d'énergie suffisante pour élever son propre poids à 11 000 *km* de hauteur verticale.

Si en tient compte de la diminution de la pesanteur à mesure de l'élévation, la hauteur réelle serait de 14 000 *km*, mais pour simplifier les choses, on ne tiendra pas compte de cet accroissement. 1 *kg* de houille élèvera son poids à 7 000 *km*; 1 *kg* de poudre à 700 et 1 *kg* d'accumulateurs (en comptant 13,3 watts-heures par kilogramme d'éléments) seulement à 11 *km*.

Une batterie d'accumulateurs est donc 1 000 fois plus faible à poids égal que le pétrole et il faut ajouter que ce dernier diminue de poids à mesure qu'il se consume tandis que la batterie ne change pas de poids en se déchargeant. L'emploi des accumulateurs malgré cette infériorité écrasante est dû à la simplicité des moteurs électriques comparativement aux moteurs à pétrole et à l'absence de bruit, d'odeur, etc. (*Electrical Engineer*, 2 mars 1900, page 293.)

19. — **Nouveau procédé d'isolation des câbles.** — M. Heyl-Dia obtient une isolation à base de cellulose, en ajoutant à la pâte de papier ordinaire une substance non hygrométrique comme l'huile, la poix ou une dissolution de résine.

Il brasse énergiquement le mélange pour le rendre homogène et fabrique ensuite son papier par les procédés usuels. La quantité d'huile ou de résine peut varier, suivant la nature de la pâte à papier, de 5 à 40 0/0.

On peut d'ailleurs employer, au lieu des liquides en question, des substances isolantes solides comme la craie, le talc, etc. La quantité à ajouter au papier est dans ce cas, toujours selon la contexture de la pâte de 10 à 50 0/0. (*L'Electricien*, 10 mars 1900, page 155.)

20. — **Un transformateur unique.** — Sous ce titre, l'*Electrical Review* décrit un transformateur de 450 kilowatts récemment installé dans les ateliers de la Acheson Graphite Cy qui reçoivent le courant fourni par la Niagara Power Cy. Ce transformateur est employé dans la fabrication du graphite au moyen de charbon amorphe ou de coke.

Le courant arrive à l'usine à la tension de 2 200 volts et est ramené à celle de 12 volts, la quantité correspondante étant de 37 500 ampères. On peut toutefois augmenter progressivement le voltage jusqu'à 30 volts. Le transformateur a été construit par la Société Westinghouse et est à isolation dans l'huile et refroidissement par l'eau. Il est contenu dans une enveloppe en fer de 1,63 *m* de diamètre et 1,83 *m* de hauteur. Le circuit secondaire consiste en un simple tour de barres de cuivre massives reliées en parallèle. Chaque barre a une section de $0{,}150 \times 0{,}020$ *m* et il y a huit de ces barres.

La méthode pour faire varier la tension du circuit secondaire consiste à faire varier le nombre des tours de l'enroulement à haute tension sans toucher aux connexions du circuit secondaire. De cette manière, la modification du voltage est accompagnée d'un changement considérable dans le flux magnétique employé. On ne dit pas si l'échauffement se trouve affecté de ce chef. Il y a un tableau portant 20 commutateurs dont chacun correspond à un vingtième de la différence entre les nombres maximum et minimum de l'enroulement primaire. Lorsqu'on passe d'un de ces degrés au suivant, une résistance est introduite, de sorte qu'il n'y a pas d'interruption du courant et qu'il n'y a pas non plus de changement brusque.

On a reconnu que lorsque le nombre de tours de l'enroulement est réduit, la perte par le cuivre, dans les deux circuits primaire et secondaire, diminue, tandis que la perte par le fer augmente. La perte totale reste donc à peu près constante quel que soit le voltage secondaire. (*The Electrical Engineer*, 9 mars 1900, page 329.)

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IIe SECTION

Manuel théorique et pratique de l'automobile sur route (*vapeur, pétrole, électricité*), par M. Gérard Lavergne, ancien Élève de l'École Polytechnique, Ingénieur civil des Mines (1).

Notre Collègue, M. G. Lavergne, vient de publier, chez M. Béranger, un très important ouvrage sur les automobiles dans lequel les Ingénieurs trouveront une monographie très complète de la question qui sera utilement consultée.

Signalons d'abord que le livre débute par des définitions : c'est là une excellente pratique dont on ne saurait trop louer l'auteur, car l'obscurité naît la plupart du temps d'un défaut d'entente sur les définitions.

L'ouvrage est divisé en quatre parties :

1re Partie. — Les agents de la locomotion automobile, lesquels se divisent en deux classes : les *agents usuels* (vapeur, pétrole, électricité) au sujet de l'étude desquels l'auteur fait une intéressante revue historique des anciens véhicules à vapeur.

Les *agents possibles* qui sont outre les trois agents usuels : les gaz comprimés (air), les gaz liquéfiés (acide carbonique), l'eau chaude, l'acétylène, l'alcool, la benzine. Dans cette étude notre Collègue a rappelé l'étude présentée à la Société sur la question des moteurs à alcool il y a quelques mois.

2e Partie. — Les éléments des voitures automobiles, qui sont : les moteurs, les transmissions, le véhicule, les appareils accessoires.

Au sujet des moteurs l'auteur a très bien défini les desiderata de chacun des modes de production d'énergie.

Vapeur. — Étude des chaudières ignitubulaires de Leyland et des chaudières aquatubulaires les plus employées en France et en Angleterre pour les véhicules sur routes. Étude des moteurs les plus usités ainsi que des moteurs qui n'offrent qu'un intérêt historique ou scientifique sans avoir jamais eu d'application. C'est à ce sujet que je me permettrai de dire que la division n'est peut-être pas assez nettement tranchée à mon avis et qu'il importe de ne pas laisser croire au public que certains moteurs sont appliqués quand, en réalité, ils n'ont parfois vu le jour que sur le papier de l'inventeur. Toutefois la classification des moteurs à vapeur est très bien faite et l'on peut trouver dans le livre de M. G. Lavergne tous les renseignements utiles à ce sujet.

Pétrole. — Dans l'étude des carburateurs nous trouvons d'excellentes considérations sur le choix de combustible à employer et sur les dispo-

(1) In-8° 700 pages avec 329 figures intercalées. — Prix : relié, 17 fr. 50; Ch. Béranger, éditeur.

sitions principales adoptées dans les appareils en usage avec de nombreuses figures qui font très bien saisir les particularités de ces appareils.

La question des moteurs à pétrole est traitée avec le plus grand développement et nous ne pourrions ici donner qu'une nomenclature des systèmes décrits; nous renvoyons donc à la table des matières du volume.

Electricité. — Ce chapitre comporte l'étude des principaux systèmes d'accumulateurs adoptés par l'automobilisme, la description des moteurs électriques employés et des accessoires tels que les combinateurs, la récupération, le freinage, etc.

Dans un chapitre spécial l'auteur a traité de la comparaison des trois modes de production de l'énergie en s'appuyant sur la remarquable étude que notre Collègue Soreau a présentée en 1898 à la Société, puis il a également étudié la puissance à donner au moteur d'une voiture et les modes d'évaluation de la puissance d'un moteur existant; les considérations un peu théoriques qui y sont développées ne sont pas les moins intéressantes de l'ouvrage.

Les *transmissions* font l'objet du chapitre VI, tous les organes y sont passés en revue et les principaux appareils en usage y sont décrits. Il en est de même du *véhicule* proprement dit dans lequel sont étudiés la disposition et la fabrication des essieux, les roues, les différents bandages appliqués aux automobiles; de plus les ressorts, les châssis des véhicules et la caisse proprement dite; dans cette dernière étude notre Collègue a traité des qualités que l'Ingénieur doit demander à une caisse d'automobile et de la façon dont le carrossier doit comprendre sa mission. Enfin, les freins et appareils d'arrêt font l'objet du chapitre IX. Le dernier chapitre est consacré à l'étude des appareils de graissage en usage.

3e Partie. — Les voitures. Nous n'analyserons pas cette partie en détail mais signalerons que pour ainsi dire tous les types existants, tous les systèmes proposés ont trouvé place dans les descriptions très claires quoique concises de M. G. Lavergne; la division de cette partie est naturellement faite, suivant la nature du moteur, en véhicules à vapeur, à pétrole, électriques et mixtes.

4e Partie. — Les résultats. C'est une condensation intéressante des résultats des courses et concours principaux depuis 1895 jusqu'à la fin de 1899 et cet exposé se trouve terminé par des considérations très justes sur les applications usuelles des divers modes de traction en France et à l'Étranger. Quand à la question de rendement elle fait l'objet d'une étude théorique qui se termine par la comparaison des rendements calculés avec les rendements constatés à la suite d'expériences.

La conclusion de cet ouvrage très complet et des plus intéressants a trait aux progrès à réaliser et à l'avenir de la nouvelle industrie si magistralement décrite dans tous ses détails par notre Collègue M. G. Lavergne, dont nous serons heureux de revoir plus souvent le nom dans les Annales de la Société.

L. Périssé.

OUVRAGES REÇUS

Du 2 au 16 mars 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Chemins de fer.

Chemins de fer, Postes, Télégraphes, Téléphones et Marine. Compte rendu des opérations pendant l'année 1898 (Royaume de Belgique. Ministère des Chemins de fer, Postes et Télégraphes) (in-4°, 310 × 200 de A-201, B-23, C-28, D-13, X p. p. avec deux cartes). Bruxelles, J. Goemaere, 1899. 39607

Chimie.

VILLON (A.-M.) et GUICHARD (P.). — *Dictionnaire de chimie industrielle contenant les applications de la chimie à l'industrie, à la métallurgie, à l'agriculture, à la pharmacie, à la pyrotechnie et aux arts et métiers*, par MM. A. Villon et P. Guichard. Tome troisième. Fascicules 24-25 (in-4°, 290 × 210). Paris, Bernard Tignol, 1900 (Don de l'éditeur). 39606

Construction des Machines.

LAVERGNE (G.). — *Manuel historique et pratique de l'automobile sur route. Vapeur, Pétrole, Électricité*, par Gérard Lavergne (in-8°, 220 × 150, de X-722 p. avec 329 fig.). Paris, Ch. Béranger, 1900 (Don de l'éditeur, M. de la S.). 39605

Économie politique et sociale.

VOSSION (L.). — *Les îles Hawaï ou Sandwich au moment de leur annexion définitive aux États-Unis le 12 août 1898*, par Louis Vossion (Possessions américaines en Océanie) (in-8°, 140 × 125 de 76 p.). Paris, Guillaumin et Cie, 1900 (Don de M. L. Vossion, remis par M. L. Périssé, M. de la S.). 39604

Électricité.

SMITH (E.-F.), ROSSET (J.). — *Analyse électrochimique*, par Edgar-F. Smith. Traduction publiée avec l'autorisation de l'auteur, d'après la deuxième édition américaine, revue et augmentée, suivie d'un Index bibliographique, par Joseph Rosset (in-18, 185 × 120 de XVI-204 p.). Paris, Gauthier-Villars. 1900 (Don de l'éditeur). 39616

Enseignement.

THURSTON (R.-H.). — *Evolution of Technical Education in economics, politics, statecraft and morals; the Work of the Franklin Institute during seventy-five years*, by Robert H. Thurston (Reprinted from the Journal of the Franklin Institute, February, 1900) (in-8°, 230 × 145 de 42 p.). Philadelphia, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39609

Géologie et Sciences naturelles diverses.

ORDEÑEZ (E.) Y RANGEL (M.). — *Boletin del Instituto geológicó de México, Num. 12. El Real del Monte*, par Ezequiel Ordoñez y Manuel Rangel (in-4°, 330 × 240 de 107 p. avec 25 pl.). México, Oficina Tip. de la Secretaria de Fomento, 1899. 39608

Législation.

Annuaire de l'Association amicale des anciens élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures, 1832-1899 (in-8°, 225 × 145 de 631 p.). Paris, Siège social de l'Association, 1900. 39603

Real Academia de Ciencias y Artes. Año Académico de 1899 á 1900. Nomina del Personal Académico (in-8°, 155 × 90 de 143 p.). Barcelona, A. López Robert, 1900. 39598

Société des Ingénieurs Civils de France. Annuaire de 1900, 53e année (in-8° 240 × 160 de 454 p.). Paris, Hôtel de la Société, 1900. 39614

Navigation.

GASTON ANDRÉ. — *Le canal de Panama et la nouvelle Société*, par Gaston André (in-8°, 280 × 180 de 55 p. avec 2 illust.). Paris, Paul Dupont, 1894 (Don de M. A.-G. Mestayer, M. de la S.). 39615

Report of the Committee on Canals of New-York State 1899 (in-8° 230 × 145 de 231 p., 69 tables, 36 charts et 7 maps). New-York, 1900 (Don de M. Julio F. Sorzano, M. de la S.). 39600

Technologie générale.

Achtunddreissigstes Bulletin der Gesellschaft ehemaliger Studierender des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich. Dezember 1899 (in-8°, 220 × 155 de 40 p.). 39599

Association Française pour l'avancement des sciences. Conférences de Paris. Compte rendu de la 28e session. Boulogne-sur-Mer, 1899. Première partie. Documents officiels. Procès-verbaux (in-8°, 255 × 155 de CXVI-526 p. avec 1 carte). Paris, au Secrétariat de l'Association, 1900. 39602

NANSOUTY (M. de). — *L'année industrielle. Découvertes scientifiques et Inventions nouvelles en 1899*, par Max de Nansouty (in-16. 200 × 140 de 296 p.). Paris, F. Juven, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39613

RIEDLER (A.). — *Rede zur Feier des Jahrhundertwende in der Halle der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin am 9. Januar 1900*, gehalten von dem zeitigen Rektor A. Riedler (in-8°, 270 × 190, de 42 p.). 39610

RIEDLER (A.). — *Ueber die geschichtliche und zukünftige Bedeutung der Technik. Rede zum Geburtsfeste Seiner Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm II, in der Halle der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin am 26. Januar 1900*, gehalten von dem zeitigen Rektor A. Riedler (in-8°, 270 × 190 de 16 p.). 39611

SANTA ROSA (Dr H.) e FIDANZA (F. A.). — *Album do Pará em 1899*, na administração do Governo De Sua Excia o Senr. Dr José Paes de Carvalho. Parte descriptiva do Dr Henrique Santa Rosa. Photographias e composição de F. A. Fidanza (in-f°, 410 × 290 de 160 p. avec nombreuses illustrations). Ouvrage en trois langues : portugaise, italienne et allemande (Don de M. le Dr Demetrio Ribeiro). 39612

Travaux publics.

Annales des Travaux publics de Belgique. Table des matières. Deuxième série. Tomes I à IV. Années 1896 à 1899 (in-8°, 245 × 155, de 52 p.) (Ministère des Finances et des Travaux publics). Bruxelles, J. Goemaere, 1900. 39601

OBSÈQUES

DE

M. S. JORDAN

ANCIEN PRÉSIDENT

le 28 février 1900

DISCOURS

DE

M. L.-E. DEHARME

au nom de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

MESSIEURS,

Je viens, au nom des trente-cinq dernières promotions sorties de l'École Centrale des Arts et Manufactures, au nom de son Corps enseignant et de ses Conseils, dont j'ai l'honneur d'être Président, apporter au bord de cette tombe, — où va être descendu le corps de notre cher Collègue, M. Jordan, — l'hommage de notre profonde reconnaissance pour ses éminents services, et l'expression de tous nos regrets.

Je rappellerai rapidement les faits principaux de cette existence, si admirablement remplie.

Samson Jordan naquit à Genève le 23 juin 1831. A vingt ans, il entrait à l'Ecole Centrale et en sortait en 1854, avec le premier diplôme de sa spécialité. Pendant quelques mois, il fut employé à la Compagnie du chemin de fer du Nord. En 1855, il fut appelé à la construction des Hauts Fourneaux de Saint-Louis, par la Société de l'Éclairage au gaz et des Hauts Fourneaux et Fonderies de Marseille et des Mines de Portes et Sénéchas. A l'achèvement de ces travaux, il passa, en qualité de Sous-Directeur de l'exploitation, à la Direction de la Compagnie, à Marseille. En février 1862, il fut attaché, comme Ingénieur, au Conseil d'administration de la Société et vint à Paris. Administrateur délégué en 1873, il est resté Administrateur jusqu'à sa mort. Ses progrès furent donc rapides. Quant aux services qu'il rendit à la Société durant cette longue collaboration, une voix plus autorisée que la mienne vous les fera connaître tout à l'heure.

C'est en 1863 qu'il fut nommé répétiteur du cours de métallurgie professé à l'École Centrale, à cette époque, par M. Ferry.

Deux ans après, en 1865, il devenait professeur titulaire de ce cours

et Membre des Conseils de l'École, qu'il a présidés durant plusieurs années.

Jordan était aussi Administrateur de la Compagnie des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin et de la Compagnie franco-belge des Mines de Somorrostro.

Vice-Président de la Société des Ingénieurs Civils de France en 1872, 1873 et 1878, il en a été le Président en 1874.

Il a été aussi Président de la Société technique du Gaz et il était, au moment de sa mort, Vice-Président du Comité des Forges de France.

Aux diverses Expositions, il a été appelé à occuper des situations importantes, qui montrent bien la confiance qu'inspiraient sa grande expérience et ses avis éclairés. En 1878, il était Vice-Président du Jury international; en 1889, Président des Comités et du Jury de la classe 48. Il était enfin Rapporteur de la classe 64 à l'Exposition de 1900.

J'ajouterai qu'il était Membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures et du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Malgré ces occupations multiples, il trouvait encore le temps d'aider de ses conseils de nombreuses entreprises privées.

Peu d'hommes, même à l'époque fiévreuse où nous vivons, ont une existence aussi remplie.

Et cependant, sa tâche ne se bornait pas au concours qu'il prêtait aux différentes Sociétés ou aux entreprises dont nous venons de parler.

Jordan a publié sur la fabrication du spiégel un travail considérable et l'a mise en pratique aux Hauts Fourneaux de Saint-Louis dès 1864. La France a ainsi cessé, à partir de cette époque, d'être titulaire de l'étranger pour cet intéressant produit métallurgique. La teneur en manganèse des produits de Saint-Louis a augmenté progressivement et est passée, de 3 à 6 0/0 de manganèse, à 70, 75, 85 0/0 et plus de ce métal. Et ces résultats ont été obtenus à des prix dix fois plus bas qu'avec le creuset et le four Siémens. La fabrication pratique du ferro-manganèse s'est ainsi trouvée réalisée.

De nombreux mémoires ont été publiés, de 1867 à 1897, par Jordan, sur la fabrication de l'acier par les procédés Bessemer ou Martin et sur les questions qui s'y rattachent, soit dans la *Revue des Mines et de la Métallurgie*, soit dans les Comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France. C'est Jordan qui, le premier, a donné, en 1869, la théorie calorifique du procédé Bessemer, pour la fabrication de l'acier par l'affinage de la fonte, avec chauffage par combustion intermoléculaire.

En 1870 et 1871, la fabrication des canons et celle des projectiles d'artillerie ont fait l'objet de deux communications de lui à la Société des Ingénieurs Civils de France.

Les orateurs qui se succéderont vous diront l'importance des services dus au concours de Jordan en toutes ces matières. On a dit que notre siècle était le *siècle du fer*. Je crois qu'on pourrait dire à présent, grâce au bas prix de l'acier et à la substitution de ce dernier au fer dans la plupart des constructions, et notamment dans la fabrication des rails de chemins de fer, que notre siècle est devenu le *siècle de l'acier*. Il est

incontestable que Jordan a droit, pour une bonne part, à l'honneur qui résulte de cette transformation et de ce progrès important.

Je n'insisterai pas davantage sur les mérites du métallurgiste, universellement reconnus, je vous demanderai seulement la permission d'ajouter quelques mots sur ce qu'était Jordan à l'École Centrale. Aux qualités d'un Ingénieur expérimenté, il joignait celle d'un professeur de la plus haute valeur. Son enseignement était remarquable par sa netteté et sa précision, et ses démonstrations s'appuyant, soit sur les études, qu'il poursuivait sans cesse, des procédés adoptés par les établissements métallurgiques de France ou de l'étranger, soit sur ses travaux pratiques personnels, en recevaient une force incomparable.

Son zèle pour ses élèves ne s'arrêtait pas à l'enceinte de l'École; soucieux de leurs intérêts, inquiet de leur réussite, il prenait soin de conserver pendant plusieurs années, inscrites dans un langage hiéroglyphique, dont il avait seul la clef, ses notes et ses appréciations personnelles et, chaque fois qu'une circonstance se présentait, il s'y reportait pour éviter toute chance d'erreur. Je n'ai pas besoin d'ajouter que cette manière de faire lui valait l'affection de tous.

Au sein de nos Conseils, — qu'il s'agit d'enseignement ou d'administration, — les avis de Jordan étaient toujours dictés par une prudence sage et ferme.

Ses trente-sept années de répétitorat et de professorat, consacrées à l'École, avaient mûri son expérience. Il représentait presque pour nous la tradition et ses conseils prenaient une valeur exceptionnelle à laquelle chacun de nous se plaisait à rendre hommage.

Puis, au dehors de nos séances, il abandonnait volontiers les apparences sérieuses qu'il y avait montrées et redevenait l'homme aimable, sympathique, affectueux qu'il n'avait jamais cessé d'être.

Homme supérieur, en un mot, et qui ne me pardonnerait pas de dire, en terminant, les marques d'estime que son mérite lui avaient values.

Ces merveilleuses qualités de l'esprit et du cœur, hautement appréciées par ceux qu'un commerce fréquent rapprochait de Jordan, et qui étaient imprimées, — tous les jours de la vie, — dans ses rapports avec les siens, avaient créé autour de lui, comme en une chaude atmosphère, un tout remarquablement uni, étroitement serré, où la mort va faire un vide profond.

Puissent les sentiments que nous venons d'exprimer, — moins vivement que nous ne les éprouvons, — apporter quelque adoucissement à l'immense douleur de sa femme et de ses enfants, auxquels nous adressons l'hommage ému de nos respects et de nos bien vives sympathies !

DISCOURS

DE

M. Ch. BAUDRY

au nom de la Société des Ingénieurs Civils de France.

MESSIEURS,

Au nom de la Société des Ingénieurs Civils de France, j'ai le douloureux devoir d'apporter au bord de cette tombe l'expression des regrets profonds et unanimes que laisse parmi nous notre ancien et vénéré Président.

M. le Président Canet, à qui cet honneur revenait, m'a prié d'être l'interprète du vif regret qu'il éprouve d'être retenu par sa santé loin de Paris, et de ne pouvoir remplir lui-même ce pieux devoir envers un Collègue et un maître pour qui il professait la plus sincère amitié. Témoin de la vie de travail de S. Jordan, il aurait voulu faire ressortir toutes ses qualités, sa clarté de jugement vraiment extraordinaire, le charme de sa conversation, la sûreté de sa mémoire, et sa connaissance parfaite des hommes et des choses. Il l'aurait dit mieux que moi. Il n'aurait pu le dire avec plus de conviction.

Entré dans notre Société en 1862, à l'âge de trente-un ans, S. Jordan s'y est fait remarquer, dès le début, par de nombreuses et intéressantes communications sur la métallurgie du fer et de l'acier.

Nommé membre du Comité de la Société en 1870 et 1871, Vice-Président en 1872 et 1873, il fut appelé à la Présidence en 1874.

Je relisais hier son discours d'installation, et j'y retrouvais, avec combien de charme ! toutes les qualités qui caractérisaient son talent de professeur et son mérite d'industriel. Il parlait de métallurgie, ai-je besoin de le dire ? et il en parlait en homme de science, mais en homme de science préoccupé avant tout de mettre la science au service de l'industrie. Il disait les plus récents progrès de cette industrie du fer et de l'acier, à laquelle il a consacré la plus grande partie de sa carrière, et il montrait d'une main sûre la voie dans laquelle il convenait de pousser les recherches pour obtenir de nouveaux progrès. En relisant ses pages magistrales, j'ai compris mieux que jamais l'impression rapportée par les élèves de Jordan de son cours, qui, toujours très méthodique, était aussi toujours à jour dans le sens étroit du mot, car il parlait des découvertes les plus récentes, de celles de la veille. C'était un professeur hors de pair.

Après son année de présidence, Jordan fut encore appelé au Comité en 1875 et à la Vice-Présidence en 1878, et il continua à prendre une part active aux travaux de notre Société, d'abord par de nouvelles communications, puis, par ses conseils, comme ancien Président, dans les réunions du Comité et dans les Commissions.

Il était au milieu de nous il y a un mois à peine, et quand je lui serrais affectueusement la main, en rappelant les anciennes relations de famille qui m'unissaient à lui, rien ne pouvait faire supposer que je le voyais pour la dernière fois. Dieu, qui l'a rappelé si inopinément, éprouve cruellement sa famille et ses amis, mais pour lui, il lui a fait la grâce de le reprendre dans la plénitude de ses facultés, et de lui épargner la douleur de se sentir décliner avec l'âge.

L'affliction de ceux qu'il laisse sur cette terre n'en est que plus vive.

Personne ne la ressent plus vivement que ses Collègues et amis de la Société des Ingénieurs Civils de France, où il occupait une si grande place. Puisse cette sympathie être pour la grande douleur de sa famille, non pas une consolation, il y a des douleurs qui n'attendent pas, qui ne veulent pas de consolation, mais une raison nouvelle de penser avec fierté et attendrissement au chef dont elle pleure la perte et qui a laissé derrière lui de pareilles sympathies.

DISCOURS

DE

M. H. GERMAIN

au nom de la Société du Gaz et des Hauts Fourneaux de Marseille et des Mines de Portes.

MESSIEURS,

La Société du Gaz et des Hauts Fourneaux de Marseille et des Mines de Portes tient à rendre hommage à l'Ingénieur et à l'Administrateur distingué qui lui consacra la plus grande partie de sa vie.

Dès 1855, quelques mois après sa sortie de l'École Centrale, M. Jordan, qui avait été remarqué par le Professeur Bural, entrait sous ses auspices aux mines de Portes.

Bientôt il était chargé de la construction des hauts fourneaux de Saint-Louis, dont il devenait Ingénieur.

Il ne tardait pas à être attaché à l'exploitation du Gaz et des Hauts Fourneaux à Marseille. Il a su relier les éléments divers dont se compose cette Société. C'est lui qui, par une heureuse inspiration, faisait concourir à la production de la fonte le gaz et les hauts fourneaux. C'est lui qui, un des premiers, a compris le rôle métallurgique que l'avenir réservait au Midi de la France.

Ainsi, lorsque, en 1861, intervenait une profonde modification dans l'administration de la Société, M. Jordan ne tardait pas à être appelé à Paris par le nouveau Président du Conseil, M. Darcy, afin de diriger une entreprise qu'il connaissait mieux que personne.

En 1873, il entrait au Conseil d'administration et conservait la haute direction de la Société.

Dans les diverses fonctions qu'il a remplies, M. Jordan a montré une grande puissance de travail, un jugement sûr, des connaissances étendues, une grande bienveillance pour ses collaborateurs; il n'est que juste de reconnaître la part considérable qu'il a prise à la prospérité de cette Société.

Jordan, au nom du Conseil d'administration, et au nom du personnel tout entier de la Société, nous vous adressons un dernier adieu.

DISCOURS

DE

M. le Baron DE NERVO

au nom du Comité des Forges de France et du Conseil de la Compagnie de Denain et Anzin.

MESSIEURS,

L'homme que nous conduisons aujourd'hui à sa dernière demeure, était surtout un homme de bien.

Des voix éloquentes ont loué l'Ingénieur éminent dont tous ses camarades étaient fiers, le professeur distingué qui honorait l'École Centrale, le métallurgiste savant dont la compétence s'imposait à tous.

Permettez-moi de rendre hommage à l'homme privé, à l'homme de labeur et de devoir, tel que nous l'avons connu au Comité des Forges de France et au Conseil de la Compagnie de Denain et Anzin.

Entré il y a dix ans au Comité des Forges, il avait conquis une autorité considérable, il étudiait scrupuleusement toutes les questions et ses avis fortement motivés, clairement exposés, réunissaient tous les suffrages. La rédaction du *Bulletin* attirait spécialement son attention. Il y faisait insérer souvent des communications précieuses; mais où son action se montrait active et efficace, c'était au jour où des difficultés et des périls surgissaient pour notre corporation. Ce jour-là, il était le premier à courir soit chez les Ministres, soit dans les Commissions du Parlement. La netteté de ses explications, la sincérité de son langage et le respect qui s'attachait à sa personne, lui donnaient presque toujours partie gagnée.

Aussi sa mort fut-elle un deuil général dans la métallurgie française, qui perdait en lui le guide le plus éclairé et le plus solide soutien.

Vous parlerai-je de la douleur du Conseil d'administration et de tout le personnel de la Compagnie de Denain et Anzin ? Depuis trente ans, il était le chef vénéré de cette grande famille industrielle; depuis trente ans, pas un travail n'avait été accompli, pas une amélioration n'avait

été apportée, pas un progrès n'avait été réalisé qu'il n'en ait été le confident ou l'inspirateur. Il aimait cette Société à laquelle il avait donné non seulement de longues années de labeur, mais je puis le dire, une large part de son cœur.

Il rêvait de voir la Société de Denain devenir une des plus puissantes de notre pays.

C'est lui qui avait engagé le Conseil à créer une usine magistrale à côté de l'ancienne et à la doter de l'outillage le plus perfectionné qui existât en France.

Une de ses dernières heures de travail a été consacrée à arrêter les plans définitifs de cette nouvelle usine que le Conseil d'administration reconnaissant a décidé d'appeler l'usine Jordan.

Mais, pour juger l'homme privé, pour l'apprécier à sa juste valeur, il fallait le voir au milieu du personnel de notre grande industrie dont tous, Directeurs et Ingénieurs, étaient ses amis, dont beaucoup avaient été ses élèves. Il se sentait heureux d'être en leur compagnie, il causait avec tous et avec chacun, le visage souriant, leur distribuant à tous un bon conseil, un encouragement, parlant à l'un de ses années d'école, à l'autre de sa famille et les exhortant sans cesse à rester dans la vie droite et honnête.

L'honnêteté. comme la comprenait Jordan n'était pas une vertu banale. Il était de ces hommes rares qui placent très haut l'idéal de leur vie, dont les aspirations sont pour tout ce qui est grand et élevé, qui ont horreur de la médiocrité et de la bassesse et qui placent l'honneur au-dessus de la fortune.

Cet idéal, nous pouvons le dire devant cette tombe, a été pleinement atteint par lui, et il laisse à tous ceux qui l'ont connu un grand exemple de vertu dans le souvenir de sa vie.

Le labeur incessant avait usé ses forces; et, un jour vint où cette âme vaillante comprit que le travail lui était désormais interdit; il se coucha pour ne plus se relever.

Il fit en pleine connaissance ses adieux à l'épouse qu'il chérissait, à ses enfants, qu'il avait élevés dans le double amour de Dieu et de la Patrie. Il était fier que ses deux fils aînés appartinssent à cette armée nationale pour laquelle il avait toujours publiquement professé son estime et son admiration; c'est dans ses rangs qu'il avait choisi le mari de sa fille. Son troisième fils est à l'École des Mines et continue les traditions paternelles.

Sa tâche étant accomplie, tel un travailleur qui a terminé sa journée, il s'endormit pour ne plus s'éveiller ici-bas.

Il ne craignait pas la mort, il s'y était longuement préparé; M. Jordan était un croyant et avait, toute sa vie, vécu conformément à ses croyances. Foi, travail et dévouement, tel avait été le résumé de sa vie. Il pouvait en toute confiance paraître devant le Juge suprême.

Adieu, ami cher et vénéré, au nom du Comité des Forges, au nom de la Société de Denain et Anzin, au nom de tous ceux qui furent vos collaborateurs, adieu ou plutôt au revoir !

DISCOURS

DE

M. A. CARNOT

au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

MESSIEURS,

Je viens exprimer, au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, les profonds regrets que nous cause la mort de notre Collègue et ami, M. Samson Jordan.

Il était entré depuis dix ans au Conseil de la Société, appelé par sa légitime réputation de savant métallurgiste. Il nous a donné depuis ce temps toute une série de rapports, marqués de sa justesse d'esprit autant que de son érudition remarquable et de sa connaissance approfondie de tout ce qui touche à la métallurgie du fer et de l'acier. C'est, notamment, sur son rapport que la Société a décerné, en 1897, sa grande médaille Lavoisier à M. Osmond, l'un de ses anciens élèves, pour les beaux travaux qui ont tant avancé nos connaissances sur la microstructure de l'acier et sur la théorie de la trempe.

Les rapports écrits de M. Jordan, ses observations dans le Conseil, ses conversations même faisaient autorité. On y sentait le fruit de sa longue expérience des choses de l'industrie, résultat d'une vie tout entière consacrée au travail.

Je n'ai pas l'intention de revenir sur la carrière, si bien et si honorablement remplie de M. Jordan, dont les principaux traits ont été esquissés tout à l'heure et qui fera l'objet d'une notice développée dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement.

Je me bornerai à rappeler qu'il avait été, comme moi-même, l'ami et le collaborateur de notre grand ministre de la défense nationale, Dorian, pendant le siège de Paris. C'est au milieu des préoccupations, des efforts, des souffrances morales de cette époque, que je l'ai connu pour la première fois. Le souvenir de pareils sentiments éprouvés en commun est profond et durable.

C'est du fond du cœur que j'envoie ce dernier adieu à mon Collègue et ami et mes condoléances les plus sincères à sa famille.

DISCOURS

DE

M. Th. VAUTIER

au nom de la Société technique de l'Industrie du gaz.

MESSIEURS,

Je viens, au nom de la Société technique de l'Industrie du gaz en France, dire un dernier adieu au Collègue éminent que nous avons eu la douleur de perdre.

Notre industrie a tenu, en effet, une grande place dans sa carrière d'Ingénieur; dès sa sortie de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, il entrait, en 1855, à la Compagnie du gaz de Marseille, qu'il ne devait plus quitter par la suite; il y fut d'abord chargé du service des hauts fourneaux de Saint-Louis; il ne tarda pas à être nommé sous-directeur de l'exploitation du gaz, puis fut appelé à Paris en 1862, comme Ingénieur-Directeur du service central; la manière dont il remplit ses fonctions lui valut d'être désigné, en 1873, comme administrateur-délégué, poste qu'il occupa pendant plus de quatorze ans, dans cette Compagnie à laquelle il est resté attaché comme administrateur, jusqu'à la fin de sa vie. La grande expérience qu'il avait acquise comme Ingénieur gazier et métallurgiste a puissamment contribué à la prospérité des intérêts qui lui avaient été confiés.

Mais là ne se bornait pas son infatigable activité : nommé, en 1868, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, à l'âge de trente-six ans, il faisait profiter son enseignement, si justement apprécié, de son expérience industrielle, en même temps que celle-ci se complétait par les connaissances scientifiques que la préparation d'un cours oblige à acquérir.

C'est à cette époque qu'il reçut la croix de chevalier de la Légion d'honneur, que devait plus tard remplacer la rosette d'officier. Les absorbantes fonctions d'Ingénieur et de Professeur ne devaient pas laisser une intelligence aussi élevée que la sienne indifférente aux intérêts généraux de notre industrie. Aussi fut-il au premier rang parmi les fondateurs de la Société technique de l'Industrie du gaz en 1874, et ses Collègues le désignaient quelques années plus tard, pour présider notre Société, en 1880. Il prononça, en cette qualité, un discours dont les conclusions nous paraissent naturelles aujourd'hui, parce qu'elles se sont vérifiées depuis, mais qui nécessitaient, pour être formulées à cette époque, une grande sûreté d'appréciation, et une largeur de vues peu communes.

Enfin, lorsque la Société technique se réunit à Marseille, en 1883, ce fut notre regretté Collègue qui reçut le Congrès au nom de la Compagnie du gaz de cette ville.

Nous lui devons encore d'avoir comblé une lacune importante, en fondant en 1874, de concert avec MM. Monnier et Servier, le *Journal*

des usines à gaz, pour recueillir les travaux des Ingénieurs gaziers de France, et rendre compte de faits intéressant notre industrie à l'étranger.

Ce n'est pas en quelques paroles que l'on peut retracer une carrière aussi remplie que la sienne : ses éminentes qualités intellectuelles et morales, son érudition, son expérience, ont fait rechercher sa collaboration par diverses Sociétés industrielles, et, en outre, par le Comité des Forges de France, dont il était Vice-Président, par le Comité de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par la Société des Ingénieurs Civils de France, qu'il fut appelé à présider.

Il laisse à tous, et en particulier, à ses Collègues de l'industrie du gaz, un souvenir ému et profond, un bel exemple de ce que peuvent la droiture d'esprit, l'intelligence et le travail, au service d'une nature élevée.

Puisse la famille de notre regretté Collègue, à laquelle il a donné et dont il a reçu tant d'affection et de bonheur, trouver dans la sympathie unanime qui lui est témoignée, quelque adoucissement à sa douleur.

DISCOURS

DE

M. Ch. BALSAN

au nom de l'Association amicale des Anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

Messieurs,

Tout vient d'être dit de l'homme de bien que nous accompagnons à sa dernière demeure, du camarade excellent, du professeur et du savant, de ses éminentes qualités, de ses travaux féconds.

Il ne m'appartient que d'apporter à sa mémoire l'hommage attendri de l'Association Amicale des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale.

Bien des séries de jeunes gens ont eu l'honneur d'être les élèves de M. Jordan. A tous, il a donné, avec ses leçons, les exemples qui ressortent de sa vie faite tout entière d'utilité et d'honneur.

Qu'il soit permis maintenant à un père de famille, chrétien comme M. Jordan, de parler aujourd'hui d'une consolation précieuse entre toutes.

En voyant ici sa nombreuse et belle famille, il apparaît clairement que si les enfants ont dû être justement fiers de leur père, lui-même a sûrement trouvé joie et force dans les éminentes qualités de ceux qui l'entouraient, dans les succès de ses fils.

L'orgueil légitime du père de famille, fier de ses enfants, n'est-il pas son principal soutien dans les luttes de la vie ? Je joins ce souvenir et cette pensée à l'hommage de tous nos camarades dont j'apporte ici les sentiments de profond chagrin.

DISCOURS

DE

M. L. FERAY

au nom de la promotion de 1854 de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

MESSIEURS,

Au nom de la Promotion de 1854 de l'Ecole Centrale, je viens dire un dernier adieu à notre Camarade, à notre ami Jordan.

Sorti de l'Ecole le premier de notre promotion, Jordan, avait su nous grouper autour de lui, et créer ces réunions périodiques qui ont établi entre nous une amitié si précieuse pour tous, et qu'il animait de son esprit si vif et toujours si affectueux ; chef incontesté de notre promotion, il nous aidait dans notre vie industrielle, de ses conseils et de son influence. Nous voyions avec bonheur grandir chaque jour sa situation, son autorité professionnelle. Nous étions fiers de lui. — La promotion de 1854 c'était la promotion de Jordan.

Les honneurs, les distinctions qui furent la récompense si bien méritée de son intelligence et du travail incessant de toute sa vie, nous aimions à les fêter avec lui, nous étions heureux de ses joies de famille, des succès de ses fils. Et tout ce bonheur, une maladie de quelques jours a suffi pour l'anéantir, pour enlever à cette famille un chef tendrement aimé, à nous un ami dévoué.

Puissent les témoignages unanimes d'estime, d'affection et de respect, donnés en ce triste jour à notre camarade, apporter à sa famille si cruellement frappée un adoucissement à sa douleur.

Au nom de tous tes amis, au nom de tes vieux camarades de promotion réunis ici, au nom de ceux que l'éloignement ou la maladie ont empêchés de se joindre à nous, adieu, mon vieil ami, adieu mon cher Jordan. Ton souvenir restera toujours vivant dans nos cœurs.

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 2 MARS 1900

PRÉSIDENCE DE M. J. MESUREUR, VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'avoir à lire une trop longue liste de Collègues décédés.

En tête de cette liste figure le nom de M. Samson Jordan, ancien Élève de l'École Centrale (1854), Membre de la Société depuis 1862, Officier de la Légion d'honneur, Professeur de métallurgie et ancien Président du Conseil de perfectionnement de l'École Centrale, Membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures et du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, Vice-Président du Comité des Forges de France, ancien Vice-Président du Jury international de l'Exposition de 1878, Président des Comités et du Jury de la classe 48 à l'Exposition de 1889, Rapporteur de la classe 64 à l'Exposition de 1900, ancien Président de la Société technique de l'industrie du gaz, Membre de la Commission Supérieure chargée de l'étude des questions relatives aux demandes et à l'organisation des Congrès de l'Exposition de 1900, Membre des Commissions d'organisation des Congrès des méthodes d'essai des matériaux et du gaz, Vice-Président de la Commission d'organisation du Congrès des Mines et de la Métallurgie, Membre du Comité de la Société en 1870, 1871, 1875, Vice-Président en 1872, 1873, 1878, Président de la Société en 1874, Prix Annuel de la Société, en 1870, pour son Mémoire sur la fabrication de l'acier.

A ses obsèques, qui ont eu lieu le mercredi 28 février, des discours ont été prononcés par :

M. Ch. Baudry, au nom de la Société des Ingénieurs Civils de France, en l'absence de M. Canet, Président, empêché;

M. Deharme, au nom des trente-cinq dernières promotions de l'École Centrale et au nom de ses divers Conseils;

M. L. Féray, au nom de ses camarades de la promotion de 1854;

M. Balsan, au nom de l'Association Amicale des anciens Élèves de l'Ecole Centrale;

M. A. Carnot, au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;

M. Th. Vautier, au nom de la Société technique du gaz;

M. le Baron de Nervo, au nom du Comité des Forges de France et du Conseil de la Compagnie de Denain et Anzin;

M. Germain, au nom du Conseil d'Administration de la Société du Gaz et des Hauts Fourneaux de Marseille.

Ces discours, qui retracent la carrière et la vie de notre regretté ancien Président, formeront une notice qui sera insérée au Bulletin.

M. LE PRÉSIDENT est certain d'être l'interprète de la Société en lui proposant d'envoyer à la famille de notre très regretté Président, l'expression de ses plus vives condoléances.

Nous avons eu également la douleur de perdre :

M. E. G. Delettrez, ancien Élève de l'École Centrale (1865), Membre de la Société depuis 1876; a été Ingénieur-Constructeur, tramways, installations d'usines et fabricant de produits chimiques.

M. Amédée Evrard, Membre de la Société depuis 1895, Directeur de la Manufacture de produits chimiques de Saint-Gobain, à Chauny.

M. A.-M. Guilbert-Martin, Membre de la Société depuis 1872, Chevalier de la Légion d'honneur : M. Guilbert-Martin était à la fois un de nos maîtres mosaïstes les plus distingués, et chimiste verrier éminent.

C'est grâce à son expérience consommée et à ses recherches incessantes que l'art de la mosaïque d'émail est devenu en France un art national en pleine floraison.

M. Guilbert-Martin avait retrouvé dans ses ateliers de Saint-Denis le secret de la fabrication des smaltes et des émaux traités, surtout dans les rouges, à la manière italienne.

C'est à lui que sont dues les mosaïques de l'église de la Madeleine, du tombeau de Pasteur, de l'abbaye de Domrémy, du nouvel Opéra-Comique, etc.

C'est au moment où il mettait la dernière main aux mosaïques des superbes frises du Grand Palais de l'Exposition, dont les cartons sont dus à M. Édouard Fournier, que la mort est venue brusquement le surprendre.

L'Art français fait en lui une perte considérable.

Et enfin, M. P.-A. Vinit, ancien Élève de l'École Centrale (1856), Membre de la Société depuis 1864; a été attaché aux études du canal de Suez, Ingénieur en retraite de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée.

M. LE PRÉSIDENT, au nom de la Société, adresse aux familles de ces Collègues, l'expression de ses sincères condolances.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'informer les Membres de la Société que notre Collègue M. G. Reynaud, Membre du Comité, a été nommé chevalier de la Légion d'honneur, et le félicite bien vivement de cette distinction si méritée.

M. LE PRÉSIDENT est également heureux d'annoncer les nominations suivantes :

MM. L. Boudenoot et Denis-Poulot ont été nommés Membres de la Commission chargée de préparer la répartition, pendant l'année 1900, du crédit ouvert pour encouragements aux Associations ouvrières de production ou de crédit.

M. L. March a été nommé secrétaire du Comité permanent supérieur de Statistique.

MM. G. Berger, L. Delaunay-Belleville, A. Picard, A. Poirrier et F. Reymond ont été nommés Membres de la Commission supérieure des Expositions.

M. A. d'Abramson a été nommé représentant de l'Administration des chemins de fer de l'Empire de Russie à l'Exposition universelle de 1900.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance, liste qui figurera au prochain Bulletin.

M. LE PRÉSIDENT informe la Société que notre Collègue, M. Simonet, lui annonce que M. Clément vient de faire construire, à Levallois-Perret, des usines pour la fabrication des cycles et automobiles, et il pense que les Membres de la Société trouveraient intérêt à examiner cette construction spéciale en raison surtout des perfectionnements de l'outillage employé.

Par suite, M. Simonet, qui dirige ces usines, espère que nos Collègues voudront bien accepter cette invitation. Un Ingénieur de chaque service accompagnera les Membres de la Société pour leur donner les détails nécessaires au cours de la visite qui aura lieu le samedi 17 mars à deux heures et demie. Rendez-vous à l'usine, quai Michelet, à Levallois-Perret. Moyens de communication : Tramway de la Madeleine à Levallois, station du quai Michelet.

M. LE PRÉSIDENT informe ses Collègues que le Ministère de la Guerre nous a fait parvenir le cahier des charges relatif à un concours d'objectifs à long foyer pour la Téléphotographie en ballon.

Ce document est déposé au Secrétariat, à la disposition des Membres de la Société qu'il pourrait intéresser.

L'ordre du jour appelle la communication de M. LECLER sur les *Progrès de l'emploi de l'électricité en Allemagne, Danemark et Norwège.*

Cette communication au sujet de laquelle M. LE PRÉSIDENT adresse tous ses remerciements à M. Lecler, sera insérée au Bulletin, ainsi qu'une réponse qu'y a faite M. HILLAIRET.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. L. PÉRISSÉ pour répondre aux différents Collègues qui ont pris part à la discussion de sa communication, faite avec la collaboration de M. R. GODFERNAUX, sur *la Traction mécanique pour les transports en commun sur rails et sur routes.*

Après une observation de M. D.-A. CASALONGA, M. LE PRÉSIDENT remercie à nouveau MM. Périssé et Godfernaux ainsi que les Collègues qui ont bien voulu apporter tous les renseignements qu'ils possédaient sur cette intéressante question. L'ensemble de la discussion paraîtra dans un prochain Bulletin.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admissions de MM. A. Bergé, E.-L. Bertrand, G. Brunet, M. Chabalier, Ch.-V. Desserrey, F.-P.-L. Doutre, G.-F.-J. Hanrez, Ch.-A. Le Marchand, L.-V.-A. Michon, J.-E. Roullié, B. Roustan, Th. Sterné et G. Weissmann comme Membres Sociétaires et de M. M.-W. Roger comme Membre Associé.

Sont admis :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

J.-G.-C. Barrière,	présenté par	MM. Cazeau, J. Collin, Dothée.
J.-P.-R. de Blottefière,	—	Besson, E. Fouché, Ch. Rousselle.
H.-A. Cardozo,	—	Canet, Appert, Baudry.
J. Haour,	—	Colombier, A. Ducloux, Minuit.
N.-F.-P. Lapostolest,	—	Canet, L. Salomon, E. de Marchena.
C. Nicolas,	—	Mesureur, Ducloux, Minuit.
V. Purrey,	—	Forestier, Ferron, L. Périssé.
J.-M.-B. Richard,	—	Louvet, A. Mallet, P. Roger.

Comme Membre Associé, M. :

R.-F. Bapst, présenté par MM. A. Chevalier, Gaillard, Hamet.

La séance est levée à onze heures.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

MÉMOIRES

LA TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE
EN FRANCE

PAR

M. H. CASEVITZ

I. — HISTORIQUE

En 1891, M. E. Vlasto, dans une communication faite à la Société des Ingénieurs civils, indiquait l'intérêt que présentait pour notre pays la création d'un réseau de télégraphie sous-marine.

Il présentait en même temps un tableau du réseau international en 1889 et arrivait à la conclusion que le réseau sous-marin total était, en 1889, de 120 725,304 milles marins se répartissant en :

13 178,899 appartenant aux États,
et en 107 546,405 appartenant aux Compagnies.

Nous reproduisons ci-après le tableau de 1889 et nous donnons également le même tableau pour l'année 1900.

Câbles sous-marins posés depuis l'année 1851 jusqu'à l'année 1889 classés par pays.

ÉTATS	AUX ÉTATS	AUX COMPAGNIES	TOTAUX
France et colonies.	4 068,143	4 389,340	8 457,483
Angleterre	3 600,468	93 118,125	96 718,593
Allemagne	1 579,328	»	1 579,328
Italie.	1 027,100	»	1 027,100
États-Unis	»	10 038,940	10 038,940
Autres pays.	2 903,860	»	2 903,860
Totaux.	13 178,899	107 546,405	120 725,304

Câbles sous-marins existant au 1er janvier 1900 classés par pays.

ÉTATS	AUX ÉTATS	AUX COMPAGNIES	TOTAUX
France et colonies.	5 813,890	13 020,581	18 834,471
Angleterre	4 666,877	111 149,860	115 816,745
Allemagne	2 224,551	1 114,385	3 338,936
Italie.	1 060,647	»	1 060,647
Espagne	1 744,508	»	1 744,508
Danemark	235,165	6 982,607	7 217,772
Japon	1 507,843	»	1 507,843
États-Unis	»	25 440,767	25 440,767
Autres pays.	2 630,397	88,000	2 718,397
TOTAUX.	19 883,878	157 796,208	177 680,086

Si nous ne considérons que les réseaux français et anglais, les plus intéressants à comparer, nous pouvons résumer dans le tableau suivant leur augmentation respective.

RÉSEAUX	1889	1900	AUGMENTATION TOTALE	%
Français	8 457,483	19 057,504	10 600,021	125
Anglais.	96 718,593	115 816,745	19 098,152	19
Du monde	120 725,304	177 903,119	57 177,815	47

Nous voyons donc que le réseau français a fortement augmenté d'importance depuis dix ans.

Nous donnons en outre ci-après le tableau des navires télégraphiques arrêté au 1er janvier 1900.

Si nous comparons également les flottes télégraphiques en 1889 et en 1900, nous voyons que le nombre des navires télégraphiques français est monté de 3 à 5.

La France ne s'est donc pas aussi désintéressée de la question des câbles télégraphiques qu'on s'est souvent plu à le dire; mais ce n'est que dans les dernières années qu'elle a créé le matériel et formé le personnel nécessaires aux travaux de pose et de réparation des câbles sous-marins dont nous donnons plus loin un léger aperçu. Si encore maintenant l'Angleterre et les États-Unis

Navires destinés à la pose et à la réparation des câbles sous-marins du monde entier.

N. B. — Nous avons mis en *italiques* les navires construits ou mis en service depuis 1889 et marqués d'une astérisque (*) ceux appartenant à l'État français ou à des Compagnies françaises.

COMPAGNIES	NOMS DES NAVIRES	TONNAGE BRUT	CHEVAUX EFFECTIFS	PORT D'ATTACHE
Amazon Telegraph C°	*Viking.*	436	60	Para (Brésil).
Anglo-American C°	Minia.	1 986	250	(Halifax N. S.).
Gouvernement britannique	Monarch.	1 121	1 040	Woolwich.
—	*Alert.*	369	350	Douvres.
Canada (Gouvernement)	Newfield.	785	90	Halifax (N. S.).
Central South American Tel. C°	Relay.	1 200	180	Callao.
Commercial Cable C°	Mackay Bennett.	1 718	300	Halifax (N. S.).
Compagnie Française des Câbles télégraphiques	* Pouyet-Quertier.	1 385	160	Antilles.
— —	* *C. am. Caubet.*	1 361	262	Havre.
Chine (Gouvernement)	Fee Cheu.	1 034	150	—
Eastern Tel. C°	Amber.	1 034	250	Côte occidentale d'Afrique.
—	Electra.	1 219	200	Gibraltar.
—	*Mirror.*	1 545	250	Londres.
—	Chiltern.	1 372	200	Suez.
—	En construction.	—	—	
Eastern South African Tel. C°	Great Northern.	1 422	150	Côte orientale d'Afrique.
— —	*Duplex.*	374	123	Londres.
Eastern Extension Tel. C°	Recorder.	1 201	200	Singapour.
— —	Sherard Osborn.	1 429	200	Singapour.
France Gouvernement)	* Ampère.	300	70	Brest.

Navires destinés à la pose et à la réparation des câbles sous-marins du monde entier *(suite)*.

COMPAGNIES	NOMS DES NAVIRES	TONNAGE BRUT	CHEVAUX EFFECTIFS	PORT D'ATTACHE
France (Gouvernement)	* Charente.	547	120	La Seyne.
Great Northern Tel. Cᵉ	H. F. Oersted.	749	120	Copenhague.
—	Store Nordiske.	832	120	Shanghaï.
India Rubber Comp. (Silvertown)	Buccaneer.	785	180	Silvertown.
— —	Dacia.	1 856	170	Silvertown.
— —	Silvertown.	4 915	400	Silvertown.
Indes (Gouvernement)	Patrick Stewart.	1 115	130	Karachi.
Japon (Gouvernement)	*Okinawa Maru.*	—	350	
Nouvelle-Zélande (Gouvernement)	*Tutenakai.*	811	233	Wellington (N. Z.).
Société des Câbles sous-marins de l'Allemagne du Nord	*Von Podbelski.*			
Perelli et Cⁱᵉ	*Citta de Milano.*	1 220	220	Spezzia.
Siemen Bros and Cᵉ	Faraday.	4 917	500	Londres.
Société industrielle des Téléphones	* *François Arago.*	3 191	300	Calais.
Telegraph Construction and Maintenance Cᵉ	*Anglia.*	6 514	365	Londres.
— —	Britannia.	1 525	180	Londres.
— —	Scotia.	4 667	550	Londres.
— —	Seine.	3 553	341	Londres.
Western and Brazilian Tel. Cᵉ	Norseman nº 2.	1 117	287	Bahia.
West Coast of America Tel. Cᵉ	Retriever.	624	95	Callao.
West India and Panama Tel. Cᵉ	Duchess of Marlborourgh.	402	80	—
— —	Grappler.	868	100	Antilles.

ont une aussi formidable avance sur la France, cela tient à ce que ces pays ont commencé la création de leurs réseaux bien avant nous. Les États-Unis ne possèdent, à vrai dire, ni personnel ni matériel de pose, mais tous leurs câbles ont été posés et sont entretenus par du personnel anglais. Nous devons espérer que la France ne s'arrêtera pas dans la voie où elle s'est engagée et que les nombreux projets de câbles établis récemment seront prochainement en voie d'exécution.

L'industrie privée en France et la télégraphie sous-marine.

En 1890, la Société générale des Téléphones faisait construire à Calais une usine permettant de fabriquer par jour 20 à 25 milles marins de câbles.

Cette entreprise avait été fortement encouragée par l'État qui avait fait prévoir de nombreuses commandes à faire à l'industrie privée. Malheureusement ces nombreuses commandes se réduisirent au seul câble de Marseille à Oran.

A ce moment existaient en France deux Compagnie télégraphiques : la *Compagnie du Télégraphe de Paris à New-York*, qui possédait un câble allant de Brest aux États-Unis, et la *Société des Télégraphes sous-marins* ayant, partiellement achevé et partiellement en construction, dans les Antilles, un réseau local reliant la Martinique et la Guadeloupe aux Grandes Antilles aux Guyanes, et au Brésil.

Ces deux Compagnies sans intérêts communs restaient impuissantes en face des nombreuses Compagnies anglaises. La *Société des Télégraphes sous-marins* ne pouvait atteindre son réseau que par l'intermédiaire des Compagnies étrangères; d'autre part la Compagnie des Télégraphes de Paris à New-York était à la merci du moindre accident survenant sur sa ligne.

En 1895, une fusion de ces deux Compagnies, sous le nom de *Compagnie française des câbles télégraphiques* leur permettait d'étendre leur champ d'action. En 1896, les Antilles étaient reliées directement à New-York, ce qui donnait à la nouvelle Compagnie la possibilité de faire passer directement par son propre réseau des télégrammes à destination des Antilles et du Brésil. En 1897 et 1898, Brest et le Cap Cod (devant Boston) étaient reliés, sans atterrissage intermédiaire, par un nouveau câble transatlantique, le plus long du monde. Enfin, en 1899, un câble allant du Cap

I. — Réseau de l'État français.

POINTS D'ATTERRISSEMENT	LONGUEUR DES CABLES en milles nautiques
1° Réseau intérieur.	
Du Havre (Seine-Inférieure) à Penne-de-Pie (Calvados)	4,795
Du Havre (Seine-Inférieure) à Honfleur (Calvados)	5,454
De Cherbourg (Manche) à l'île Pelée	1,434
De l'anse du Verger (Ille-et-Vilaine) à l'île Chausey	11,285
De la pointe de l'Arcouest (Côtes-du-Nord) à l'île Bréhat	1,053
De la pointe de Roscoff (Finistère) à l'île de Bas	0,810
De Labérildut (Finistère) à l'île d'Ouessant	14,773
De Portzmoguer (Finistère) à l'île Molène	8,045
De la baie des Trépassés (Finistère) à l'île de Sein	5,508
De Beg-Meil (Finistère) à l'île Penfret	9,314
De la pointe du Talut (Morbihan) à l'île de Groix	5,416
De Port-Maria (Morbihan) à Port-Puce (Belle-Ile)	8,191
De Port-Maria (Morbihan) à Port-Jean (Belle-Ile)	8,828
De Samsun (Belle-Ile) à l'île de Houat	7,441
De l'île de Houat à l'île de Hoédic	4,212
De l'île de Hoédic à Saint-Gildas (Morbihan)	12,122
De la pointe de Saint-Gildas (Loire-Inférieure) à l'île du Pilier	11,015
De la Barre (Vendée) à la pointe de la Fosse (île de Noirmoutiers)	0,567
De la Vacherie (Vendée) à la pointe du Corbeau (île d'Yeu)	9,870
De la Repentie (Charente-Inférieure) à Sablanceaux (île de Ré)	2,133
De Chef-de-Baie (Charente-Inférieure) à Sablanceaux (île de Ré)	2,376
De la pointe de l'Aiguille (Charente-Inférieure) à l'île d'Aix	2,889
De l'île d'Aix à la pointe des Saumonards (île d'Oléron)	4,962
De la pointe d'Hors (île d'Oléron) à la pointe de Chapus (Charente-Inf.)	1,625
De Marennes à la Tremblade (Charente-Inférieure)	0,394
D'Endoume (Bouches-du-Rhône) à l'île Ratouneau (îles Pomègues)	1,485
De la presqu'île de Giens (Var) à l'île de Porquerolles (îles d'Hyères)	1,890
Du cap Benat (Var) à l'île de Port-Cros (îles d'Hyères)	5,427
Du cap Benat (Var) à l'île du Levant (îles d'Hyères)	6,717
De la pointe Croisette (Var) à l'île Sainte-Marguerite	1,215
De l'île Sainte-Marguerite à l'île Saint-Honorat	0,540
De Vignola (Corse) à la grande île Sanguinaire	3,412
De Vignola (Corse) à la grande île Sanguinaire	3,321
D'Antibes (Alpes-Maritimes) à Saint-Florent (Corse)	129,000
De Toulon (Var) à Ajaccio (Corse)	172,538
TOTAL	470,057

POINTS D'ATTERRISSEMENT	LONGUEUR DES CABLES en milles nautiques
2° Réseau colonial et international.	
De Marseille (Bouches-du-Rhône) à Alger (Algérie)	510,645
De Marseille (Bouches-du-Rhône) à Alger (Algérie)	500,800
De Marseille (Bouches-du-Rhône) à Alger (Algérie)	487,963
De Marseille (Bouches-du-Rhône) à Oran (Algérie)	592,610
De Marseille (Bouches-du-Rhône) à Bizerte, La Goulette et Tunis	588,673
De Bône (Algérie) à Bizerte (Tunisie)	129,719
De Sousse (Tunisie) à Sfax (Tunisie)	169,835
De Sfax (Tunisie) à Houmt-Souk (île Djerba)	59,220
De Houmt-Souk (île Djerba) à Gabès (Tunisie)	41,035
D'Aghir (île Djerba) à Zarzio (Tunisie)	19,471
D'Adjim (île Djerba) à Dorf-el-Dorf (Tunisie)	2,565
De Livourne (Italie) à Macinaggio (Corse)	60,149
De Santa-Teresa (Sardaigne) à Bonifacio (Corse)	7,640
De Tejita (île Ténériffe [Canaries]) à Saint-Louis (Sénégal)	864,604
De Mozambique (Afrique) à Majunga (Madagascar)	371,998
D'Obock à Djibouti (Afrique)	30,842
TOTAL	4 437,769
Câbles franco-anglais.	
De Sangatte, près de Calais (France), à S[t] Margaret's Baie, près de Douvres (Angleterre)	22,376
De Sangatte, près de Calais (France), à S[t] Margaret's Baie, près de Douvres (Angleterre). Câble téléphonique	20,389
De Saugatte, près de Calais (France), à Abbats Cliff, près de Douvres (Angleterre). Câble téléphonique	22,800
Du cap Gris-Nez, près de Boulogne (France), à Abbots Cliff, près de Douvres (Angleterre)	20,669
Du cap Gris-Nez, près de Boulogne (France), à Abbots Cliff, près de Douvres (Angleterre). Câble téléphonique	20,653
De Puys, près de Dieppe (France), à Beachy Head (Angleterre)	62,010
Du cap d'Antifer, près du Havre (France), à Beachy Head (Angleterre)	69,501
De Pirou, près de Coutances (France), à Flicquet Baie (Jersey [îles de la Manche])	16,750
TOTAL	255,148
RÉCAPITULATION	
Réseau intérieur	470,057
Réseau colonial	4 437,769
Câbles franco-anglais, moitié pour la France	127,574
DÉVELOPPEMENT TOTAL DES CABLES APPARTENANT A LA FRANCE	5 035,400

II. — Réseau de la Compagnie française des Câbles télégraphiques.

POINTS D'ATTERRISSEMENT	LONGUEUR DES CABLES en milles nautiques
De Brignogan (France) à Porcella-Cove (Cornwall, Angleterre)	108,154
De Déolin, près Brest (France), à St-Pierre (îles St-Pierre et Miquelon)	2 335,499
De Saint-Pierre à Cap Cod (Massachusetts, États-Unis)	830,756
De Saint-Pierre à Cause (Nouvelle-Écosse)	254,020
De Déolin, près Brest (France), à Cap-Cod (Massachusetts, États-Unis)	3 173,966
De Cap Cod à New-York (États-Unis)	324,623
De New-York à Cap-Haïtien (République d'Haïti)	1 400,584
De Castillo de Aguadorio à Guantanemo Cuba	48,114
De Guantanemo à Môle-Saint-Nicolas (République d'Haïti)	125,443
De Môle-Saint-Nicolas à Port-au-Prince (République d'Haïti)	112,133
De Môle Saint-Nicolas à Cap Haïtien (République d'Haïti)	96,326
De Cap Haïtien à Puerte Plata (République Dominicaine)	116,048
De Puerte Plata à Charlotte-Amélie (île Saint-Thomas)	403,294
De Charlotte-Amélie à Fort-de-France (Martinique)	361,305
De Fort-de-France à Paramaribo (Guyane hollandaise)	703,620
De Paramaribo à Cayenne (Guyane française)	277,717
De Cayenne à Pinheiro, près Para (Brésil)	556,366
De Saint-Domingue à Curaçao (Iles sous le Vent)	452,799
De Curaçao à la Guaira (Vénézuéla)	161,241
De la Guaira à Carenero (Vénézuéla)	73,365
De la Guaira à Puerto Cabello (Vénézuéla)	76,857
De Curaçao à la Vela de Coro près Coro (Vénézuela)	59,491
De la Vela de Coro à Maracaïbo	226,305
De Fort-de-France à Saint-Pierre (Martinique)	19,382
De l'anse de Belleville (Martin.) au Gozier, près Pointe-à-Pitre (Guad.)	105,931
De Gozier, près Pointe-à-Pitre, à Saint-Louis (île Marie-G.)	19,199
De Pointe-à-Pitre à la Terre-d'En-Haut (île des Saintes)	23,319
De la Terre-d'En-Haut à Basse-Terre	13,645
De Mon-Repos (Queensland) à Téoudié (Nouvelle-Calédonie)	793,162
TOTAL	13 020,581

Cod à New-York doublait les lignes terrestres que la Compagnie française possédait déjà aux États-Unis et complétait le réseau occidental français.

En résumé la France possède :

I. *Appartenant à l'État :*

1° Un petit réseau intérieur ;

2° Cinq câbles transméditerranéens avec ramifications diverses ;

3° Un câble du Sénégal aux Canaries ;

4° Un câble de Madagascar à la côte d'Afrique ;

5° Un câble d'Obock à Djibouti ;

6° Un réseau de câbles télégraphiques et téléphoniques avec l'Angleterre.

II. *Appartenant à la Compagnie française des câbles télégraphiques :*

1° Deux câbles transatlantiques reliant Brest au Cap Cod avec ramification :

sur l'Angleterre,
sur le Canada,

et desservant au passage Saint-Pierre (Saint-Pierre et Miquelon) ;

2° Une série de câbles reliant directement le Cap Cod au Brésil et desservant New-York, les îles de Haïti, Cuba, Curaçao, Saint-Thomas, Martinique, Guadeloupe, Marie-Galante, les Saintes, le Vénézuela (par une série de câbles côtiers), les Guyanes française et hollandaise ;

3° Un câble reliant l'Australie à la Nouvelle-Calédonie ; câble qui devait servir d'amorce à un câble transpacifique ; malheureusement les compagnies anglaises ont réussi à faire adopter un projet laissant en dehors le câble de la Nouvelle-Calédonie.

Le nouveau projet de l'État français prévoit :

EN PREMIÈRE LIGNE :

1° *Dans l'Atlantique pour la côte d'Afrique :* constitution d'une voie française entre la France et le Sénégal ;

2° *Dans l'Océan indien :*

Établissement d'un réseau indépendant entre l'Europe et Madagascar et ses dépendances ;

3° *En Extrême-Orient :*

Rachat du câble établi entre la Cochinchine et le Tonkin ; pose d'un câble entre le Tonkin et Amoy venant se rattacher aux lignes de la compagnie danoise des Télégraphes du Nord rejoignant le réseau terrestre russe :

En seconde ligne :

4° *Sur la côte occidentale d'Afrique :*

Établissement de lignes françaises pour relier directement au Sénégal nos possessions de Konakry, Grand-Bassam, Kotonou et du Congo actuellement desservies par des lignes anglaises;

5° *Extrême-Orient :*

Établissement d'une ligne rattachant l'Indo-Chine à Djibouti et revenant s'amorcer sur le réseau qui aurait été créé pour Madagascar.

Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que ce projet n'est qu'un minimum et que pour avoir un service assuré il faut employer le système anglais, qui consiste à relier les divers points, non pas par un câble mais par deux ou plusieurs, soit que ces câbles suivent tous la même route, soit qu'on en profite pour relier par de légers détours des stations de moindre importance.

Si en effet, nous examinons la carte des communications sous-marines du globe, nous voyons que deux câbles relient Mozambique et Zanzibar et qu'au cas où ces deux câbles seraient interrompus, la communication de l'Europe avec Mozambique est encore assurée par les lignes contournant l'Afrique.

Il en est de même pour les lignes Aden-Bombay qui est triplée, Madras-Pennang qui est doublée, etc.

Les câbles en temps de guerre.

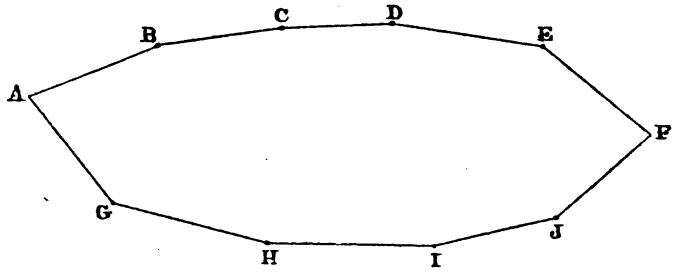
Ce doublement des réseaux, si important en temps de paix, est encore plus indispensable en temps de guerre.

Comme nous le verrons plus loin, les opérations de dragage et de coupure des câbles ne sont pas aussi simples qu'on s'est longtemps plu à le croire et il est peu probable que dès le début des opérations militaires on réussisse à interrompre les communications ennemies. Les Américains, malgré de nombreux efforts, n'ont pas même réussi à isoler complètement Cuba. Si donc une station se trouve reliée par plusieurs lignes, il y a de fortes chances pour qu'au moins l'une des communications subsiste pendant la durée des hostilités.

D'ailleurs les interruptions sur les lignes sous-marines sont assez fréquentes et, pour assurer un service régulier, tout réseau doit être doublé, soit directement, soit en formant une série de circuits fermés desservant un certain nombre de stations.

Dans ces conditions, si une interruption se produit, on peut toujours desservir toutes les localités du réseau en suivant le circuit du réseau en sens inverse.

Fig. 1



Examinons les projets de l'État français à ce point de vue en particulier :

1° Dans l'Océan Atlantique pour la côte occidentale d'Afrique :

Ce projet comprend une série de petites lignes d'intérêt local qui, par la rupture accidentelle ou voulue de l'une d'entre elles, rendent tout le réseau inutilisable. En outre le trafic ne pourra jamais être rémunérateur vu le peu d'intérêts commerciaux existant encore de ce côté. Si, au contraire, ce réseau était complété par une série de câbles reliant Dakar au réseau français du Brésil on aurait constitué dans l'Atlantique un réseau fermé susceptible d'abord d'un grand trafic et assurant ensuite la continuité des communications en cas de guerre.

2° et 3° dans l'océan Indien et dans l'Extrême Orient :

Les projets dont il est question reliant Marseille par les lignes terrestres d'Arabie à Obock, Djibouti et de là à Madagascar d'une part et de l'autre au Tonkin, puis aux lignes terrestres russes, sont mieux étudiés au point de vue de la constitution des circuits fermés; malheureusement, vu l'importance de ce réseau et de la forte dépense nécessaire (près de 80 millions), on a l'intention de le réduire provisoirement à la construction de petites lignes d'intérêt local tant au Tonkin qu'à Madagascar ; dans ce cas on constituerait encore des câbles sans trafic, coupés de toute communication avec la métropole et surtout sans utilisation possible en cas de guerre.

Nous croyons également pouvoir critiquer l'idée qui a été

émise depuis quelque temps, de faire fabriquer par l'État lui-même les câbles du projet et de les faire poser par lui.

Nous croyons la chose déplorable au point de vue financier, d'abord parce que la fabrication du câble doit être précédée d'une opération purement commerciale, qui est l'achat de la gutta. Cet achat ne peut se faire que de gré à gré, vu les différences de qualité, les faibles approvisionnements de chaque marchand et les grandes variations de prix (de 10 à 25 *f* le kilogramme. Nous donnerons une idée de l'importance de cette question quand nous dirons que le câble français transatlantique a nécessité près de 600 000 *kg* de gutta. Or, nous croyons difficile, pour ne pas dire impossible, que l'État traite avantageusement une affaire commerciale de cette nature.

Nous sommes, au contraire, tout à fait partisans du système de subvention sous forme de garantie d'intérêt. C'est le système qui a été adopté pour le câble français transatlantique et l'État s'en trouve fort bien, puisque la garantie d'intérêt devait être de 800 000 *f*; en déduction desquels viendraient les 2/3 des recettes brutes dépassant 1 650 000 *f*.

Or le câble a été terminé fin 1898 et pour la première année d'exploitation, soit 1899, la garantie d'intérêt s'est trouvée réduite par cette clause à 467 000 *f*.

Les prévisions pour 1900 sont encore meilleures, puisque, d'après les résultats obtenus depuis le 1er janvier jusqu'à ce jour, la part des recettes revenant à l'État dépasserait le chiffre de la subvention.

Nous nous proposons maintenant de donner un léger aperçu des difficultés que comporte l'établissement et surtout l'entretien d'un câble télégraphique.

II. — CABLE SOUS-MARIN.

On sait que quel que soit le procédé de télégraphie employé il faut avant tout s'assurer d'un bon conducteur. Ce conducteur sera un fil métallique quelconque dont la nature variera selon les conditions à remplir.

Pour les câbles sous-marins on s'est arrêté au cuivre électrolytique qui a une très haute conductibilité (jusqu'à 105 0/0). Il faut d'abord protéger ce conducteur en cuivre, qui est la plupart du temps formé de fils de cuivre cordés ensemble, contre les

pertes électriques et pour cela on le recouvre d'une couche de gutta-percha *(fig. 14)*. On constitue ainsi l'âme du câble. Cette âme doit elle-même être protégée contre les avaries dues aux actions extérieures. Pour cela l'âme est recouverte d'un matelas de chanvre ou filin, puis d'une armature métallique protégée elle-même par un matelas en filin ou en ruban goudronné. L'ensemble des matériaux a reçu le nom d'*armature*.

Conditions que doit remplir un câble sous-marin.

Conditions électriques.

La première condition imposée à un câble est de transmettre un nombre déterminé de mots par minute.

Or la formule donnant la vitesse en mots par minute est de la forme :

$$v = A \log \sqrt{1 + K \frac{p}{P}} \frac{P\theta}{L^2}$$

dans lesquels A et K sont des constantes;
L la longueur du câble;
P le poids du cuivre par mille marin;
p — de gutta —
θ un coefficient variant avec la moyenne des températures du fond où le câble est posé.

On voit de suite que pour augmenter v il faut diminuer L et augmenter p et P.

Diminution de L. — Nous n'avons pas beaucoup d'action sur le facteur L. Sa valeur est déterminée d'avance par le tracé du câble. Il faut donc étudier ce tracé de manière à réduire L à son minimum. Cela n'est pas toujours facile car il faut éviter le passage en certains points où le câble sera plus exposé, éviter également de traverser des dénivellations trop brusques où le câble pourrait se trouver suspendu soit au-dessus de trous, soit par-dessus des crêtes; éviter, en outre, le voisinage d'autres câbles qui, en cas de rupture, pourraient par leur présence gêner le travail de réparation. On voit que malgré le gros intérêt qu'on a à diminuer L, on ne peut pas agir énormément sur lui. Cet intérêt est d'autant plus grand que la variation de v est proportionnelle au carré de celle de L et qu'une faible différence de L peut, par conséquent, avoir une grande influence sur v. On est

donc obligé de se rabattre sur p et P et là on rencontre d'autres difficultés.

Augmentation de p et P. — On voit par l'examen de la formule qu'on a intérêt à augmenter d'une part P, d'autre part le rapport $\frac{p}{P}$, mais au point de vue économique la gutta étant sensiblement plus coûteuse que le cuivre, on a un intérêt contraire, qui est de diminuer $\frac{p}{P}$; donc, s'il n'y avait qu'à tenir compte de ces deux points de vue :

Vitesse de transmission et
Économie,

on devrait diminuer autant que possible $\frac{p}{P}$ et augmenter P dans de fortes proportions pour remédier à la perte de vitesse due à la diminution de $\frac{p}{P}$.

Mais un nouveau facteur intervient ici, c'est l'isolement du câble donné par la formule :

$$I = \frac{R}{\pi}\left[B\left(1 + \frac{Kp}{P}\right) + C \log \sqrt{1 + \frac{Kp}{P}} + D\right].$$

Si on diminue $\frac{p}{P}$ on diminue I et par conséquent la perte en ligne ; on serait amené à augmenter le nombre d'éléments nécessaires au fonctionnement du câble, ce qui est nuisible à sa bonne conservation. On s'impose donc un isolement minimum et de la valeur de cet isolement on déduit le minimum de valeur acceptable pour $\frac{p}{P}$.

De là, en s'imposant un minimum de débit, on peut déterminer P.

Conditions mécaniques.

Une fois l'âme constituée, nous avons vu qu'on doit la protéger par un matelas en chanvre ou jute, pour empêcher les fils d'armature de porter sur l'âme même ; mais il y a, d'autre part, intérêt à réduire fortement l'épaisseur du matelas. En effet, le but des fils d'armature est de recouvrir entièrement toute la partie qui se trouve dans leur intérieur.

Soit n le nombre de fils, d leur diamètre, leur poids par mille marin sera :

$$\varphi = K\pi d^2,$$

dans lequel K est une constante dépendant de l'angle de câblage des fils.

D'autre part : $$n = \frac{\pi\delta}{d},$$

où δ est le diamètre central des fils d'armature.

Si D est le diamètre de l'âme munie de son matelas de filin à couvrir, on a :

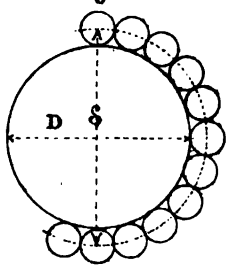
$$\delta = D + d;$$

d'où : $$n = \pi\frac{D+d}{d} = \pi\left(\frac{D}{d}+1\right),$$

ou : $$\varphi = K_1 d^2\left(\frac{D}{d}+1\right) = K_1(Dd + d^2).$$

φ doit être réduit au minimum, tant pour faciliter les opérations de pose et de relevage éventuel que pour permettre l'embarquement, sur le navire, d'une plus grande quantité de câble.

Fig. 2



Pour réduire la valeur de φ, il faut diminuer D et d.

Or D ne peut être diminué qu'en diminuant l'épaisseur du matelas de chanvre ou filin qu'on maintient toujours entre l'âme et l'armature. L'épaisseur de ce matelas ne peut descendre au-dessous d'une certaine valeur, sous peine de voir les fils d'armature endommager l'âme en gutta.

On est donc obligé, pour diminuer la valeur de φ, de diminuer d.

Pour diminuer d, il faut augmenter le nombre des fils destinés à recouvrir l'armature.

En effet, on a vu que :

$$n = \pi\frac{D+d}{d};$$

d'où : $$d = \frac{\pi D}{n - \pi}.$$

Il reste encore d'autres conditions auxquelles doivent répondre les fils d'armature.

Si, en effet, on a à poser un câble pesant φ kilogrammes au mille marin dans des fonds pouvant atteindre H milles marins (1), ce câble, qui pèse φ kilogrammes dans l'air, pèsera moins dans l'eau, vu la perte de poids due au volume d'eau déplacé. Nous avons donc ici encore un moyen de diminuer, non pas le poids effectif du câble par mille marin, mais le poids de ce même câble dans l'eau qui, au point de vue pratique de la pose, est la seule chose intéressante.

Pour obtenir ce résultat, on entoure le câble tout armé d'un second matelas de chanvre, jute ou de ruban goudronné. Ce matelas a, en outre, l'avantage de protéger l'armature contre les chocs accidentels.

Là encore, on est limité dans les dimensions du matelas (qui, au rebours du premier, doit, pour atteindre le but proposé, être aussi épais que possible). On est limité, disons-nous, par l'encombrement du câble.

On conçoit, en effet, que le volume par mille marin doit être relativement faible pour permettre au navire de pose d'en embarquer une plus grande quantité.

Appelons φ' le poids du câble par mille marin dans l'eau.

Supposons le câble suspendu verticalement dans l'eau, la section supérieure supportera une charge $H\varphi'$; mais ce n'est pas le seul effort qu'elle ait à supporter. Nous verrons, en effet, plus loin, que l'on a fréquemment à relever des câbles. Dans ce cas, le frottement de l'eau sur le câble augmente beaucoup l'effort du relevage, puisqu'il varie proportionnellement au carré de la vitesse de relevage.

Enfin, il faut tenir compte des mouvements de tangage, qui viennent augmenter, non pas la vitesse de relevage à bord, mais la vitesse d'ascension du câble dans l'eau, et cela d'une façon très brusque.

En principe, il faut qu'un câble puisse résister à trois fois son poids suspendu par les plus grandes profondeurs.

Pour les câbles courts et, par suite, de faible diamètre, cette condition est facile à remplir; cela devient beaucoup plus diffi-

(1) Nous évaluons ici les profondeurs en milles marins pour simplifier les calculs. Pratiquement, l'unité employée est la brasse anglaise de 1,829 *m*. Comme le mille marin vaut 1 852 *m*, la brasse anglaise peut, sans grande erreur, être considérée comme le millième du mille marin.

cile pour des câbles longs où, par suite, le diamètre de l'âme est plus élevé.

Si on a n fils d'armature de diamètre d, chacun devra résister à $\frac{3H_\varphi'}{n}$.

La résistance par millimètre carré de section sera :

$$\frac{\frac{3H_\varphi'}{n}}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{12H_\varphi'}{n\pi d^2}.$$

C'est ainsi que pour le dernier câble français transatlantique, on a été amené à employer des fils d'acier de 150 *kg* de résistance par millimètre carré.

Mou.

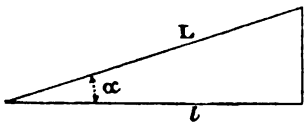
Nous venons de voir quelles sont les différentes conditions auxquelles doivent satisfaire les divers éléments d'un câble sous-marin. Nous n'avons encore donné aucune indication sur la longueur réelle que devra avoir le câble.

Si, en effet, la distance des deux points à relier est de l milles marins, il ne faut pas croire que le câble, une fois posé, aura une longueur l. Il faut, en effet, pendant la pose, tenir compte des dénivellations du fond qui exigent que le câble soit plus long que la distance sur le fond.

L'augmentation à donner au câble pour remplir ce but est relativement faible.

Soit, en effet, une dénivellation faisant avec l'horizontale un angle α, on voit qu'on devra avoir :

Fig. 3



$$L = \frac{l}{\cos \alpha};$$

$$\cos \alpha = \frac{l}{L}.$$

On appelle mou l'augmentation m qu'il faut donner au câble, en sorte qu'on a $L = l(1 + m)$.

D'où : $$\cos \alpha = \frac{1}{1+m}.$$

On voit que les valeurs de α pour :

$$m = 1\ 0/0,\ 2\ 0/0,\ 3\ 0/0,\ \text{etc.},$$

sont les suivantes :

m	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
α	8°5′	11°21′	13°51′	15°57′	17°41′	19°22′

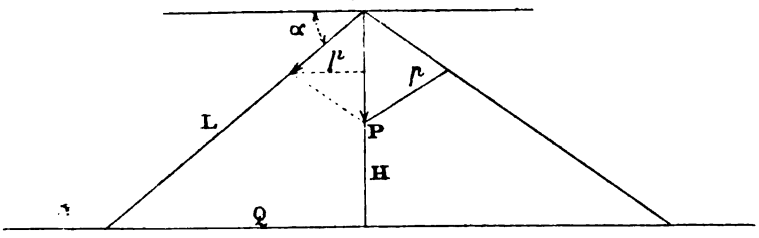
Donc, avec 6 0/0 de mou, on peut déjà passer sur des dénivellations fort importantes.

Le second problème qui doit se trouver résolu par l'emploi du mou est celui de la possibilité du relevage éventuel du câble.

Pour cela, supposons un grappin ayant croché le câble et ce câble suspendu sur le grappin.

Soit P = charge sur le grappin ;
p = tension sur chaque brin de câble ;
L = longueur de câble soulevée ;
H = profondeur ;
l = distance du câble soulevé ;
R = charge de rupture du filin ;
r = charge de rupture du câble ;
m = mou ;
φ = poids du câble par mille marin.

Fig 4



$$P = 2p \sin \alpha ;$$

$$L = l(1 + m) = \frac{l}{\cos \alpha} ;$$

$$H = L \sin \alpha .$$

$$P = 2L\varphi = 2l(1 + m)\varphi = 2p \sin \alpha ,$$

$$P = \frac{2H\varphi}{\sin \alpha} = 2p \sin \alpha ;$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{H_\varphi}{p};$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{1+m};$$

d'où :
$$\frac{H_\varphi}{p} + \frac{1}{(1+m)^2} = 1.$$

$$p = \frac{H_\varphi}{1 - \frac{1}{(Hm)^2}} = \frac{(1+m)^2 H_\varphi}{(1+m)^2 - 1}.$$

C'est la tension sur un câble posé par un mou m si on le relève par une profondeur H.

Il faut $p < r$, d'où la valeur limite de m donnée par la formule :

$$r = \frac{H_\varphi}{1 - \frac{1}{(1+m)^2}};$$

d'où on tire :

$$1 - \frac{1}{(1+m)^2} = \frac{H_\varphi}{r};$$

$$\frac{1}{(1+m)^2} = 1 - \frac{H_\varphi}{r};$$

$$1 + m = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{H_\varphi}{r}}};$$

$$m = \sqrt{\frac{r}{r - H_\varphi}} - 1,$$

valeur minima du mou au cas où on veut pouvoir effectuer le relevage.

Voyons, dans ces conditions, quelle est la tension sur le filin de relevage.

On a trouvé :

$$P = 2L_\varphi = \frac{2H_\varphi}{\sin \alpha};$$

d'où :
$$\sin \alpha = \frac{2H_\varphi}{P};$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{1+m};$$

$$\frac{4H^2\varphi^2}{p^2} + \frac{1}{(1+m)^2} = 1;$$

$$P = \frac{2H\varphi}{\sqrt{1 - \frac{1}{(1+m)^2}}}.$$

R doit être au moins égal à $\dfrac{2H\varphi}{\sqrt{1 - \dfrac{1}{(1+m)^2}}}$.

Soit un câble pesant 1,5 *t* au mille marin immergé par un fond de 2 1/2 milles marins, dont la charge de rupture sera 10 *t*, le minimum de *m* sera :

$$m = -1 + \sqrt{\frac{10}{10 - 3{,}75}} = \sqrt{1{,}6} - 1;$$

$$m = 0{,}24.$$

Dans les mêmes conditions :

$$R = \frac{10}{\sqrt{1 - \frac{1}{1{,}6}}} = \frac{10}{\sqrt{0{,}375}}$$

$$= 16 \text{ tonnes}.$$

On voit donc que dès que φ devient un peu élevé par grands fonds, il sera impossible de relever le câble.

La valeur pratique de *m* se trouve uu peu diminuée, par ce fait qu'en relevant le câble on tire un peu à soi le mou des parties voisines de celle relevée ; mais d'aucune façon on ne pourra songer à poser assez de mou pour relever le câble par grands fonds (toujours en supposant qu'on a affaire à un câble long et par suite lourd).

On est alors conduit à couper le câble au point où on veut le relever, puis à relever successivement chacun des bouts ainsi obtenus.

On voit donc que la seule condition à remplir par le mou est réellement de pouvoir poser au-dessus des dénivellations du fonds. On conçoit, en effet, que si le mou est insuffisant pour que le câble repose sur le sol dans toute sa longueur, ce dernier se

trouvera par places suspendu au-dessus de trous ou accroché sur des pics et, par suite, beaucoup plus exposé à se rompre.

Fig. 5

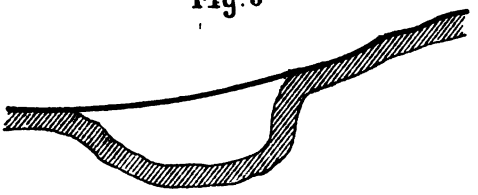
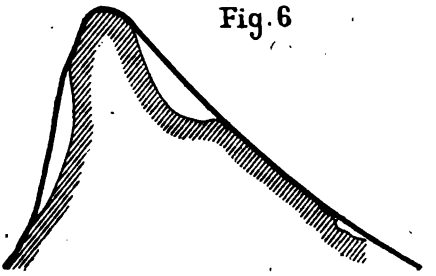


Fig. 6



Mais comme nous l'avons vu plus haut, il suffirait de 2 à 3 0/0 pour passer presque partout. Malheureusement, il n'est pas facile de poser peu de mou pour les câbles lourds et dans les grands fonds.

En effet, en posant un câble, il faut que le navire de pose exerce sur lui une certaine retenue, sans quoi, descendant par son propre poids, il prendrait une vitesse uniformément accélérée.

Cette retenue doit être assez élevée et surtout régulière.

L'effort à vaincre par la retenue est celui du poids du câble. En déduction de ce poids vient l'effort de frottement de l'eau sur le câble pendant sa descente, lequel effort s'oppose à la descente.

Plus la vitesse est grande, plus on peut, pour un même mou, laisser le câble descendre rapidement : par suite, comme le frottement de l'eau est proportionnel au carré de la vitesse du câble, l'effort de retenue diminuera très vite quand la vitesse augmentera.

L'effort de retenue R peut s'écrire :

$$R = H\varphi' - kv^2.$$

Le mou variera dans le même sens que la différence entre la retenue réellement exercée R' et celle R nécessaire pour contrebalancer entièrement la tendance à la chute du câble.

Si nous prenons pour exemple le câble dont nous avons parlé tout à l'heure, pesant 1,5 *t* au mille marin, pour un mou de 8 0/0 et une vitesse de pose de 8 milles marins, l'effort de retenue à exercer, pour 1 mille marin de profondeur, sera de 1 300 *kg*; pour 2,5 milles marins de profondeur il sera donc de 3 250 *kg*.

La vitesse du navire étant de 8 milles marins ou $8 \times 1\,852\,m$, le

mou de 8 0/0, la vitesse du câble sera $8 \times 1852 \times 1{,}08$ en une heure ou $\frac{8 \times 1852 \times 1{,}08}{3600}$ en une seconde; la tension étant 3250 *kg*, l'effort à vaincre sera :

$$\frac{8 \times 1852 \times 1{,}08 \times 3250}{3600} \; kgm$$

ou $$\frac{8 \times 1852 \times 1{,}08 \times 3250}{3600 \times 75}$$ chevaux-vapeur,

soit 191 chevaux-vapeur.

On voit donc combien est important le travail à absorber.

Cette absorption de travail se fait, en général, au moyen d'un frein de Prony très puissant.

Malheureusement, le poids dont on doit charger ce frein n'a rien d'absolu, car on sait que les mouvements de roulis et de tangage ont pour effet de modifier à bord les effets de la pesanteur dans de très fortes proportions. Il est donc indispensable de régler d'une façon continue le serrage du frein.

Si le frein est réglé pour donner un mou faible, il suffit d'une très faible augmentation de la pesanteur pour bloquer le frein; d'où un débit très irrégulier du câble.

On est donc conduit a augmenter le mou pour éviter les arrêts brusques dans la pose.

La difficulté de maintenir le mou dans de faibles limites augmente avec le poids du câble et la profondeur.

On conçoit donc que le mou à prévoir doit être supérieur au mou nécessaire pour suivre les dénivellations du fonds.

Pour des câbles courts, câbles qu'on peut, par conséquent, établir en types légers, on peut atteindre le minimum de 5 à 6 0/0; mais pour des câbles longs et lourds, il n'est guère possible de compter descendre au-dessous de 9 ou 10 0/0, pour peu qu'on ait à traverser des profondeurs atteignant 4000 à 4500 *m*.

Nous devons ajouter que le dernier câble français transatlantique, dont la pose a été terminée en 1898 est, malgré son grand poids, posé avec un mou inférieur à 10 0/0, alors que les auteurs anglais, et entre autres Wilkinson, dans son récent ouvrage, estiment qu'il est impossible de descendre au-dessous de 15 0/0 comme valeur du mou pour un câble transatlantique.

Divers types de câbles télégraphiques.

Avant de passer à l'étude des opérations de pose et de réparation proprement dites, il nous reste à donner ici quelques renseignements sur le but qu'on a voulu remplir en créant les types divers de câbles actuellement employés; et pour cela, il nous faut traiter des ennemis des câbles sous-marins.

Comme nous l'avons vu, l'âme destinée à la transmission du courant électrique est constituée par un conducteur en cuivre recouvert d'une couche épaisse de gutta-percha. Cette âme reste évidemment la même d'un bout du câble à l'autre. Il n'en est pas de même de l'armature. Nous avons vu plus haut comment, en tenant compte des diverses conditions à remplir, on pouvait déterminer les dimensions à donner aux différents éléments des câbles de grands fonds, et nous avons conclu à la nécessité d'augmenter la résistance à la rupture du câble et de diminuer son poids par unité de longueur. Mais si rien, dans les grandes profondeurs, en dehors de quelques rares soulèvements volcaniques sous-marins, ne met en danger un câble bien posé, près des côtes, c'est-à-dire dans les faibles profondeurs, il n'en est est pas de même et il faut protéger le câble contre ses ennemis.

Ces ennemis sont :

1° Les agents naturels;
2° Les hommes;
3° Les animaux.

1° *Les agents naturels.* — Ce sont d'abord les blocs de glace qui, descendant du pôle, viennent parfois atteindre les câbles dans les fonds où ils sont posés. Il faut y ajouter les raz de marée et autres agitations du fond de l'eau qui peuvent entraîner certains points du câble et le rompre.

Contre ces deux ennemis on oppose le poids et la force de l'armature.

Enfin il faut tenir compte de certaines natures de fonds désignés sous le nom de *vases molles*. Sur certaines côtes règnent des bancs épais de vase molle qui se laissent traverser par les câbles qu'on dépose sur leur surface.

Puis ces bancs se déplacent sous des actions quelconques et entraînent avec eux, en les arrachant, les portions de câbles qu'elles renferment.

Contre les vases molles, on n'a guère trouvé d'autre remède que d'éviter de poser sur leur emplacement;

2° *Les animaux.* — Les baleines, requins et espadons s'attaquent parfois aux câbles; contre eux encore le remède est le poids et la force de l'armature.

D'autres animaux plus petits appartenant à diverses classes et familles zoologiques, des vers, des crustacés, des mollusques auxquels on a appliqué le terme général de *tarets*, viennent attaquer les câbles en se glissant entre ses fils d'armature, traversent les divers matelas et rongent la gutta en allant jusqu'au cuivre.

On se défend de leurs atteintes en entourant l'âme du câble d'un ruban de cuivre;

3° *Les hommes.* — C'est peut-être contre eux qu'il est le plus difficile de protéger les câbles. Il est, d'ailleurs, assez compréhensible que le pêcheur, dont l'ancre vient se prendre dans un câble sous-marin, fasse tous ses efforts pour la dégager et, dans ses manœuvres, détériore souvent le câble lui-même. Il faut dire que, fréquemment, le pêcheur en question ignore d'où provient la résistance qu'il rencontre pendant le relevage de son matériel.

Plus dangereux encore sont les gros navires, dont les lourdes ancres peuvent très facilement endommager les câbles qu'ils rencontrent en mouillant, sans même que le personnel du navire s'en aperçoive.

Là encore il convient, pour se défendre, d'augmenter la force et le poids des armatures et, en outre, d'éviter de poser les câbles dans les passes de mouillage.

On voit donc qu'il est nécessaire, près des côtes, d'augmenter les dimensions des armatures, tant dans le but d'assurer leur solidité que dans celui d'augmenter leur poids.

Pour remplir ce but, on constitue les câbles côtiers de la même façon que les câbles de grand fond, et on arme le câble ainsi obtenu en le recouvrant d'une seconde armature composée de gros fils d'acier ou même de torons de trois fils. Bien entendu, par raison d'économie, les fils d'armature servant à constituer la partie analogue du câble de grand fond, ne sont pas des fils de grande résistance, mais simplement des fils de fer ordinaire.

A une certaine distance des côtes, on emploie des *types intermédiaires* dont les poids et les dimensions sont compris entre ceux des types côtier et de haute mer.

Généralement on se contente de diminuer le nombre de fils

d'armature recouvrant l'âme dans le type du grand fond, le diamètre de ces fils augmente comme le montre la formule :

$$n = \pi \frac{D + d}{d},$$

et, par suite, le poids total augmente de même.

Par suite, trois types principaux de câbles :

a) *Les cables de grand fond armés avec le maximum de fils ;*

b) *Les cables intermédiaires dont le nombre des fils d'armature est diminué de manière à augmenter les dimensions et le poids.*

c) *Les cables cotiers à double armature.*

Navires télégraphiques.

Pour les travaux de pose et de réparation des câbles télégraphiques, on emploie des navires spécialement aménagés. Il faut, en effet :

1° Pouvoir loger le câble dans le navire et en loger une quantité aussi grande que possible.

Le chargement se fait dans des *cuves*.

Les *cuves* sont de grands cylindres en tôle placés le long de l'axe du navire et reliés à sa membrure. Elles sont au nombre de trois ou quatre, de dimensions aussi grandes que possible pour diminuer le nombre de changements de cuve en cours de pose, opération toujours délicate. Un tronc de cône en bois ou métal est placé au centre.

Le câble est enroulé dans les cuves par couches successives depuis la paroi extérieure jusqu'au cône.

Les cuves peuvent être remplies d'eau pour assurer la conservation des câbles et permettre des essais électriques précis.

Les dimensions des cuves sont très variables selon les navires ; il en existe de 1 700 m^3 de capacité utile, tandis que d'autres n'ont que 150 m^3.

2° Pouvoir retenir le câble pendant la pose par la *machine de pose.*

La *machine de pose* comprend essentiellement un grand tambour en fonte sur lequel vient s'enrouler le câble au sortir des cuves. Sur le même axe sont montées des poulies de frein munies de bandes de frein, lesquelles portent une série de sabots qu'on peut serrer plus ou moins au moyen de contre-poids.

Un dispositif spécial permet, au moyen d'un treuil, de soulever successivement les contre-poids correspondant à chacune des poulies, de manière à diminuer graduellement la tension.

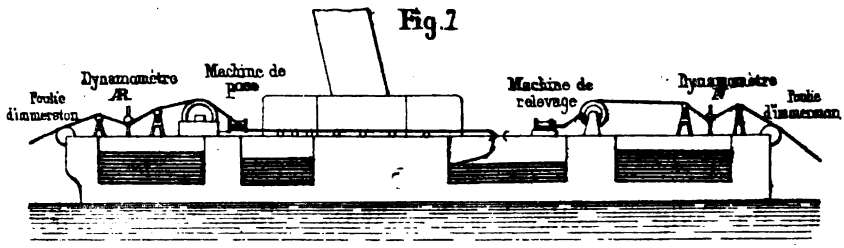
La partie inférieure des poulies tourne dans une bâche remplie d'eau constamment renouvelée pour en permettre le refroidissement.

Deux navires : la *Charente* et le *François-Arago*, tous deux français, possèdent des machines de pose hydrauliques où l'absorption de travail est faite par une circulation d'eau dans des orifices étroits.

La machine de pose est munie d'un moteur qu'on peut embrayer avec le tambour pour permettre le relevage éventuel de petites quantités de câble.

3° Pouvoir relever le câble ou les bouées mises à l'eau par la *machine de relevage*.

Fig. 1



La *machine de relevage* est analogue à la machine de pose, mais comme elle est plus spécialement chargée de fournir du travail au lieu d'en absorber, on augmente la puissance du moteur et diminue celle des freins. Elle est généralement munie de deux tambours pouvant être actionnés ensemble ou séparément.

4° Mesurer, tant en cours de pose qu'en cours de relevage, la tension du câble ou des filins par les *dynamomètres*.

Le *dynamomètre* est l'accessoire de tout tambour de pose ou de relevage. Il se compose de trois poulies à gorge dont les gorges sont dans le même plan. La poulie du milieu est mobile le long d'une glissière verticale et il est facile de calculer, étant donnés son poids et son écartement des deux poulies, la position qu'elle prendra pour une tension déterminée. Une règle graduée en tension est placée le long de la poulie et son axe porte un curseur qui se déplace le long de la règle.

L'axe de la poulie porte, en outre, la tige d'un piston qui glisse

dans un cylindre à glycérine pour amortir les chocs pouvant résulter de brusques différences de tension.

5° Poser ou relever le câble en le faisant suffisamment déborder par-dessus la poupe ou l'étrave pour qu'il ne puisse venir se détériorer ni sur l'hélice ni sur les formes du navire au moyen des poulies d'immersion.

Les poulies d'immersion sont généralement en forme de V et au nombre de trois à l'avant du navire, de deux à l'arrière ; elles sont portées par des plates-formes débordant au-dessus de la poupe et de l'étrave.

Dans certains navires, les poulies d'immersion avant sont mobiles, c'est-à-dire qu'elles sont portées par un pivot dirigé suivant l'axe longitudinal du navire.

6° Enfin, mesurer à un moment quelconque les diverses conditions électriques du câble à bord ou en cours de pose par le *laboratoire électrique*.

Le *laboratoire* est muni de galvanomètres et de tous les appareils nécessaires pour des mesures d'essais rapides et exactes. En cours de pose, un second laboratoire, appelé *guérite d'essai*, fonctionne à terre et les deux laboratoires effectuent simultanément des mesures électriques sur le câble.

Enfin un jeu de télégraphes relie les poulies d'immersion avant et arrière tant à la machine qu'aux postes des timonniers, de manière à ce que l'ingénieur de service à l'avant ou à l'arrière puisse de là commander toutes les manœuvres nécessaires.

Opérations de pose.

Embarquement. — La première opération à effectuer par un navire de pose consiste dans l'embarquement du câble.

A cet effet le navire est amené devant l'usine de fabrication, qui doit, dans ce but, se trouver aussi près que possible du quai d'amarrage du navire. Le bout du câble est amené à bord enroulé sur une poulie actionnée par un treuil et descendu dans la cuve.

Le lovage est effectué par une équipe de 8 à 15 hommes par cuve selon le diamètre de la cuve. Un homme conduit le câble pendant que les autres l'arriment.

On arrive à lover ainsi jusqu'à 4 milles de câble à l'heure.

Le câble chargé à bord est essayé électriquement, puis le navire se dirige vers l'endroit où doit commencer la pose.

Sondages. — Avant de commencer ce travail il a fallu faire effectuer soit par un navire spécial, soit par le navire de pose lui-même, une série de sondages.

Généralement ces sondages sont effectués avant que le navire ait reçu son chargement et le plus souvent par un navire spécial. Le navire de pose n'a plus ensuite qu'à contrôler les sondages de certains points plus particulièrement intéressants.

Ce n'est qu'après l'exécution des sondages qu'on peut déterminer d'une façon précise les quantités nécessaires des divers câbles de grands fonds, intermédiaire et côtiers.

Pose de l'atterrissement. — Le navire vient se placer aussi près de terre que le permet la profondeur de l'eau. On mesure la distance du navire à la terre, soit par des triangulations, soit plus exactement par un fil d'acier tendu, puis on embarque dans un ou plusieurs chalands le câble à poser entre le bord et la terre. Un remorqueur vient conduire ces derniers vers la côte jusqu'à ce qu'ils échouent. Le câble est alors retiré des chalands et conduit à terre à dos d'homme.

Une tranchée est creusée à marée basse partout où le câble peut être découvert à un moment donné et le câble y est enfoui. La gutta est, en effet, susceptible de se détériorer rapidement partout où elle se trouve soumise à l'action des rayons solaires. L'atterrissage terminé, le navire se dirige vers le second point d'atterrissage en suivant la route arrêtée par les projets et en posant le câble.

Pendant la pose on maintient les tensions correspondant au mou qu'on veut obtenir en tenant compte des profondeurs et des vitesses de pose.

En même temps on fait le plus grand nombre d'observations astronomiques possibles de manière à établir la carte de pose.

Enfin, les électriciens suivent d'une façon permanente le câble de façon à ce qu'en cas de rupture ou de défaut on puisse immédiatement interrompre le travail.

La pose continue ainsi soit jusqu'à épuisement du câble embarqué si la longueur du câble nécessite plusieurs campagnes, soit jusqu'à ce qu'on se trouve à l'endroit où doit commencer la pose de l'intermédiaire au second point d'atterrissage.

On conçoit, en effet, qu'il est facile, en partant d'un point d'atterrissage, d'avoir déterminé d'avance les longueurs de câble côtier et intermédiaire nécessaires (puisque ces câbles se po-

sent sans mou) et de les avoir épissés l'un à la suite de l'autre. Il n'en est plus de même pour le câble de grands fonds, la longueur nécessaire pour le mou pouvant varier dans d'assez fortes proportions et la route du câble ayant pu se trouver allongée par diverses circonstances imprévues (courants, vents, etc.). On n'a donc pu épisser le second intermédiaire à la suite du câble de grand fonds et il faut de toute nécessité, en arrivant près du second pont d'atterrissage, s'arrêter pour couper le câble. On pourrait ainsi simplement stopper et faire une épissure. On préfère généralement mettre le câble sur bouée puis aller au second point d'atterrissage et répéter les opérations du premier point. On revient alors en posant vers la bouée, la relève et fait l'épissure entre les deux tronçons posés.

Bouées (fig. 15). — Ceci nous amène à parler des bouées. Les bouées sont destinées soit à servir de point de repère à la surface de l'océan (bouée de marque), soit à fixer un câble au fond de la mer (bouée de câble). Cette dernière opération se fait soit quand un navire est arrivé à l'extrémité du câble qu'il possède à bord, soit dans les circonstances dont nous avons parlé ci-dessus, soit enfin quand, par suite de mauvais temps, de défauts ou d'incidents quelconques, il a à abandonner le câble posé pendant un temps plus ou moins long.

Dans tous les cas, les bouées sont des surfaces de révolution en tôle d'acier fortement contreventées intérieurement, munies à la partie inférieure d'un organeau O, sur chaque côté un peu au-dessus de la flottaison d'un verrou V_1, V_2 et d'un support de mât à la partie supérieure.

Une chaîne est fixée au verrou V_1, traverse l'organeau et se termine par une maille. A la maille *m* est reliée une seconde chaîne fixée au verrou V_2 et se rattachant par son extrémité au support de mât.

A la maille *m* vient se rattacher l'extrémité du filin formant l'ancrage de la bouée. Ce filin se prolonge jusqu'au fond de l'Océan et est terminé par une chaîne et un champignon en fonte.

Au cas où la bouée doit porter le câble, une seconde chaîne part de l'extrémité de la chaîne de fond et est reliée au câble par des demi-clés.

La bouée est complétée par un mât, un viseur en osier placé à l'extrémité du mât et deux lampes fixées également au mât. Pour mettre une bouée à l'eau on commence par filer tout le

filin qui porte le champignon. Ce filin est sectionné en longueurs de 200 à 500 *m* reliées entre elles par des mailles, des manilles et des émerillons.

La dernière longueur de filin I immergée *(fig. 16)*, on relie la maille qui se trouve à son extrémité à un filin II qui va à la chaîne de bouée ; cette dernière a été au préalable placée dans les haubans à l'extérieur du navire. Une fois la connexion établie, on coupe le filin venant du bord III, le poids du filin I se fait sentir sur le filin II et, par suite, sur la bouée qu'il suffit alors d'abandonner du bord.

Pour relever la bouée on amène une embarcation auprès d'elle. Un homme enlève le mât, le viseur, les lampes et rattache l'extrémité d'un cordage venant du navire au bout *c* de la chaîne, ouvre le verrou V_1 puis le verrou V_2.

A ce moment la chaîne a échappé l'organeau O, et au moyen du filin du bord on peut relever la chaîne et le filin d'ancrage. La bouée est remorquée à bord par l'embarcation.

On emploie des bouées de dimensions et de forme variables ayant des pouvoirs flottants pouvant aller de 130 *kg* à 7 500 *kg*.

Les filins d'ancrage employés sont des filins mixtes en chanvre et acier. Leur résistance à la rupture selon le nombre des brins employés varie entre 7 000 et 19 000 *kg*.

Les opérations de mise à l'eau et de relevage des bouées et plus particulièrement des bouées de câble sont rendues fort délicates par la nécessité de maintenir le navire dans des positions telles que, malgré le vent ou les courants, le câble ne subisse ni excès de tension (ce qui amènerait la *rupture*) ni insuffisance de tension (ce qui produirait des *coques*).

La même difficulté se rencontre dans le maniement du navire pendant la confection des épissures.

Dragages.

Il arrive fréquemment que le navire revenant après un temps plus ou moins long, pour relever une bouée de câble, ne la retrouve plus et se trouve obligé de draguer le câble pour continuer la pose.

On a encore à faire la même opération s'il s'agit de réparer un câble après une rupture ou simplement en cas de défaut, ou enfin dans le cas particulier où on veut en temps de guerre interrompre une communication ennemie.

Ces opérations de dragage, qui semblent à première vue anor-

males, se reproduisent donc fréquemment et, loin d'être aussi simples qu'on le croit communément, nécessitent une grande expérience.

Nous rappelons encore une fois l'impossibilité où, malgré leurs nombreux navires et leur personnel d'officiers de marine expérimentés, les Américains se sont trouvés, pendant la guerre avec l'Espagne, d'isoler Cuba.

Quant à la disparition d'une bouée de câble, elle est également très fréquente, et plus particulièrement dans l'Atlantique nord, soit que les gros temps en usent les chaînes, soit que la bouée elle-même soit coulée par l'un des nombreux navires qui parcourent l'Océan.

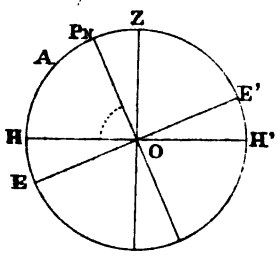
Quoi qu'il en soit, le navire chargé d'un travail nécessitant un dragage se rend sur les lieux muni d'une carte de pose portant avec une approximation plus ou moins grande de la position du câble à ramener à bord. Il lui faudra d'abord déterminer sa propre position par rapport au câble posé.

Détermination de la position. — Pour bien saisir le mécanisme des opérations, il convient de dire quelques mots de la façon de déterminer une position en pleine mer.

Le navire possède des chronomètres qui lui donnent en tout temps l'heure de Paris.

1° *Latitude.* — On sait qu'en un lieu la latitude peut se calculer en mesurant la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon. Si donc, je considère le plan méridien du lieu, le zénith Z, l'horizon HH', l'équateur EE' le pôle supérieur P_N; la latitude sera l'angle HOP_N.

Fig. 8



Observons un astre A au moment où il passe dans le plan méridien; nous pouvons mesurer son élévation au-dessus de l'horizon, soit $\widehat{AOH}$; or, nous connaissons l'angle $\widehat{EOA}$, hauteur de l'astre au-dessus de l'équateur, qu'on appelle déclinaison de l'astre et qui est donnée par la *Connaissance des temps*. On aura :

$$P_NOH = 90 - \widehat{EOH}$$

$$= 90 - (\widehat{EOA} - \widehat{HOA}),$$

ou latitude $= 90 -$ (décl. $-$ hauteur).

Il suffit donc d'observer un astre au moment de son passage au méridien, de noter l'heure du passage, de déterminer par la *Connaissance des temps* la déclinaison correspondante et de faire une simple soustraction.

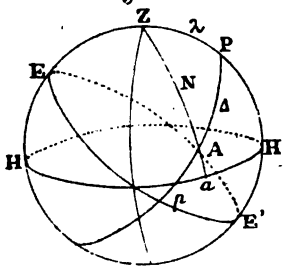
Pour déterminer le passage au méridien on suit l'astre (qui dans le cas particulier est presque toujours le soleil) dans le voisinage de son passage, on le voit progressivement monter puis commencer à redescendre : son point culminant est celui de son passage au méridien.

2° *Longitude.* — Si on pouvait faire cette observation avec une approximation suffisante quant au temps, on aurait par une seule observation, la latitude, et par le chronomètre, l'heure de Paris, au moment du passage du soleil au méridien, c'est-à-dire le midi du lieu. Une simple soustraction donnerait la différence d'heure et, par suite, la longitude du lieu.

Mais l'approximation est tout à fait insuffisante et on doit employer une autre méthode.

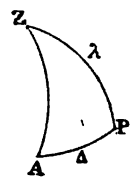
Considérons un astre situé en un point A, le grand cercle passant par l'astre et le pôle, celui passant par l'astre et le zénith, traçons en même temps l'équateur EE', l'horizon HH'. La hauteur de l'astre au-dessus de l'horizon, hauteur qu'on peut mesurer, est A*a*, dont le complément ZA est la distance zénithale qui est représentée par N, l'arc PH hauteur du pôle au-dessus de l'horizon est égal à la latitude; représentons son complément ZP ou la colatitude par la lettre λ.

Fig. 9



La hauteur de l'astre au-dessus de l'équateur est sa déclinaison A*p*, dont nous représentons le complément AP par la lettre Δ. Nous avons donc un triangle sphérique, dont nous connaissons les trois côtés; nous pouvons donc déterminer les trois angles et entre autres l'angle P, qui est l'angle au pôle de l'astre, c'est-à-dire l'angle du grand cercle passant par l'astre avec le méridien du lieu.

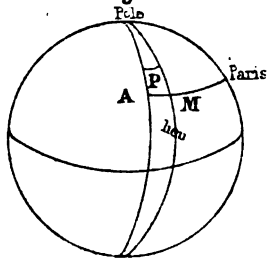
Fig. 10



On sait, en outre, par le chronomètre l'heure de Paris au moment de l'observation. On en déduit par la *Connaissance des temps* l'angle du grand cercle passant par l'astre

avec le méridien de Paris M. La différence des deux angles donne l'angle du méridien du lieu avec celui de Paris, c'est-à-dire la longitude.

Fig. 11



Ce calcul simple en apparence, se complique par une quantité de corrections : correction de chronomètre, parallaxe, dépression, réfraction, etc.

En outre, on voit qu'on suppose la latitude connue; il faut donc tenir compte des erreurs qu'on a pu faire sur l'observation de la latitude.

On voit qu'on ne peut faire d'observation directe de latitude qu'à midi. D'autre part, les observations de hauteur du soleil en vue des calculs de longitude doivent être faites vers 8 heures du matin ou 4 heures du soir. Le navire a pu faire de la route depuis la dernière observation de latitude. Il faut tenir compte des routes faites, pour *estimer* la latitude au moment de la nouvelle observation, d'où nouvelles erreurs dues au vent, au courant, etc. On voit donc qu'on n'aura qu'une latitude approchée, partant une longitude approchée.

Donc au lieu de se servir du calcul de longitude pour déterminer la position exacte, on se contente de déterminer le lieu des points qui dans le voisinage du point d'observation donneront la même hauteur d'astre à la même heure. Ce lieu est une droite qu'on appelle *droite de hauteur*.

Pour les besoins de la navigation, on se contente généralement de deux observations, l'une de latitude, l'autre de longitude; mais on ne peut obtenir ainsi sa position qu'avec une approximation de 3 minutes environ.

Au contraire, pour le dragage d'un câble, il faut être certain de sa position à 500 *m* près, et c'est ce qui conduit, avant d'entreprendre aucun travail, à faire un très grand nombre d'observations.

On risquerait, en effet, en cas d'erreur de position, de faire une série de dragages absolument inutiles et, en outre, de crocher et de couper des câbles voisins.

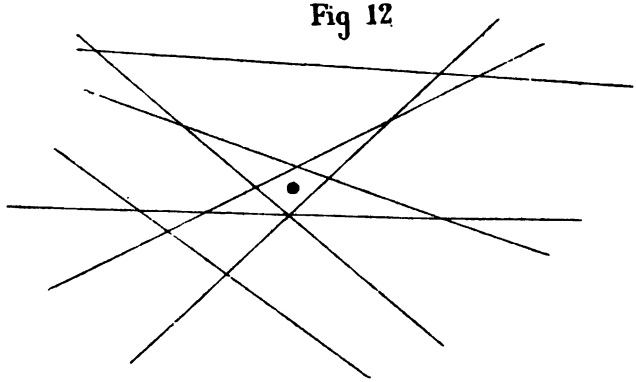
Il faut donc avoir sur l'Océan un point sensiblement fixe d'où on puisse faire un grand nombre d'observations et duquel on puisse tracer un certain nombre de droites de hauteur. A cet effet, une fois le navire sur les lieux du travail, dans le voisinage du câble, on mouille une bouée de marque; puis on reste

auprès d'elle un temps suffisant pour en déterminer la position exacte.

Souvent les brumes et le gros temps retiennent longtemps un navire près de cette première bouée de marque, sans lui permettre d'observer.

Ce n'est qu'après un assez grand nombre d'observations qu'on obtient une série de droites de hauteur dont le centre, après élimination des droites trop écartées, donne une position exacte de la première bouée mouillée.

Fig 12



Une fois ce point bien repéré, on trace sur la carte du câble la position de la bouée de marque, qui peut d'ailleurs, se trouver fort éloignée de la position du câble; mais en rayonnant au départ de ce point fixe, on peut venir dans le voisinage du câble mouiller deux bouées qui serviront de repère au navire pendant son travail.

Fig 13

Le navire effectue alors une série de sondages puis vient en position pour effectuer son premier dragage.

Grappin.

L'outil employé pour crocher le câble est le *grappin*.

En principe, un grappin est composé d'une tige en fonte d'acier munie a son extrémité inférieure de cinq dents en acier.

Fig. 16

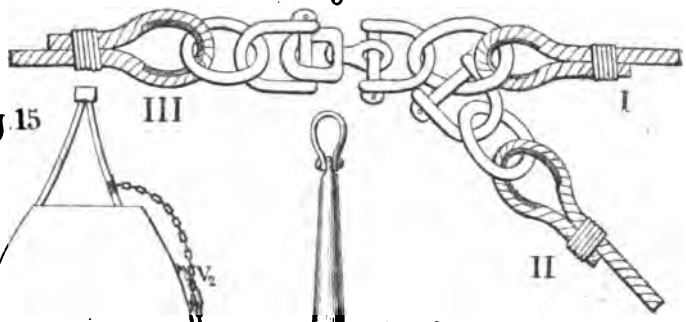


Fig. 15

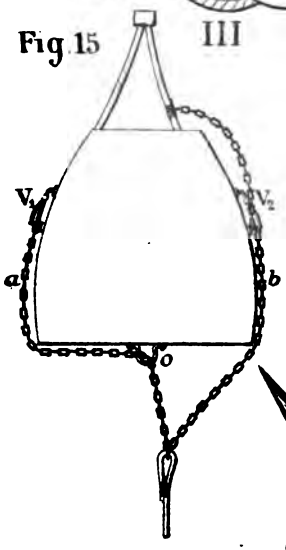


Fig. 17.

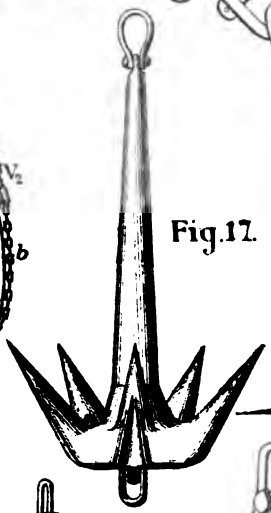


Fig. 20

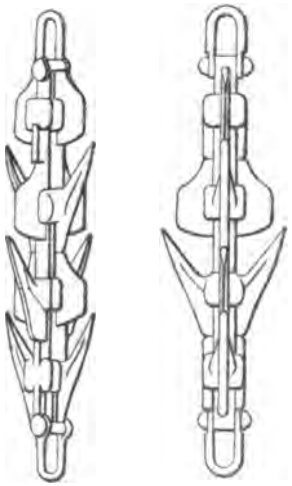


Fig. 18

Fig. 21

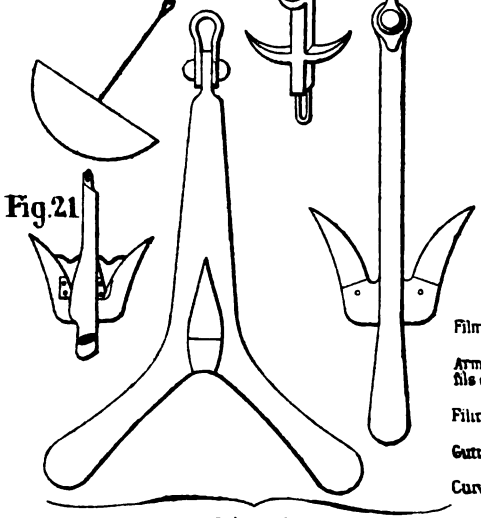


Fig. 19

Coupe d'un câble télégraphique sous marin

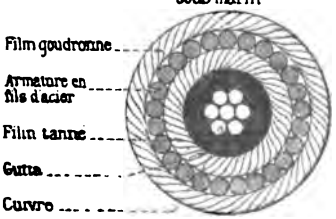


Fig. 14.

L'extrémité supérieure du grappin porte une manille qu'on vient relier à une chaîne, cette dernière elle-même reliée au filin du bord.

Ce filin est analogue au filin de bouée, mais est plus résistant encore.

Il existe d'ailleurs un certain nombre de types de grappins. Nous allons décrire les principaux.

Grappin ordinaire à cinq dents. — C'est celui dont nous avons parlé ailleurs et dont nous donnons le croquis *(fig. 17)*.

Grappin centipède (fig. 18). — Il est muni d'une série de paires de dents placées les unes au-dessous des autres et alternativement dans des plans perpendiculaires.

Grappin universel Rouilliard (fig. 19). — Au cours de la pose du câble français transatlantique, on a eu à effectuer divers dragages dans des fonds assez mous recouvrant des rochers. Les grappins ordinaires ou centipèdes s'enfonçant dans la couche molle venant se prendre dans les rochers et se rompre. M. Rouilliard, Ingénieur en chef de la Société Industrielle des Téléphones, a eu l'idée de réduire le grappin à deux dents et à deux pattes situées dans des plans perpendiculaires. Les pattes maintiennent les dents perpendiculairement au sol et limitent la profondeur d'enfoncement.

Grappin à contredents (fig. 20). — Également imaginé par M. Rouilliard au cours de la pose du câble transatlantique. C'est un grappin centipède dans lequel on est venu disposer une plaque métallique dans le plan des dents. Si le grappin vient rencontrer un rocher, la plaque métallique le guide et empêche la dent de s'engager dans le rocher. L'écartement entre la dent et la plaque est suffisant pour permettre le passage, entre elles, du câble.

Grappin coupant universel Rouilliard (fig. 21). — C'est un grappin universel dans lequel l'angle des dents porte deux lames coupantes. Un boulon de rupture est placé en travers et dans l'angle des dents. Une fois le câble croché, il s'appuie sur ce boulon jusqu'à ce que la tension suffise pour rompre ce dernier; il tombe alors dans l angle des couteaux et se coupe.

Dragages.

Pour effectuer son dragage, le navire vient se placer entre ses deux bouées de marque, descend un grappin, puis il se dirige normalement à la ligne du câble avec une vitesse variable selon les profondeurs et les natures de fond. De toute façon, la vitesse du navire doit être faible pour donner un bon résultat, et il est souvent difficile, grâce aux vents et aux courants, de la maintenir dans les limites qu'on désire ; à chaque instant, le navire repère la position des deux bouées de marque par rapport à lui. Il sait donc à quel moment le grappih arrive sur la ligne du câble et jusqu'à quand il doit prolonger son dragage. Le câble dépassé, s'il n'a pas été croché, on revient en arrière et traverse la ligne du câble dans l'autre sens. On continue ainsi jusqu'à ce qu'une augmentation de tension au dynamomètre indique que le grappin a croché le câble. A ce moment, on s'arrête et on hisse le câble à bord.

Comme nous l'avons vu plus haut, il est impossible, dans les grands fonds, de ramener la boucle du câble à bord.

Il convient donc, au préalable, de faire usage d'un grappin coupant pour rompre le câble, puis d'effectuer un second dragage pour amener le câble à bord.

Une fois cette opération faite, s'il s'agit d'une rupture ou d'un défaut à réparer, on met le câble sur bouée puis on va draguer l'autre extrémité.

S'il s'agit d'une pose à continuer, le câble est épissé au câble du bord et la pose continue.

Il y a lieu de remarquer que le simple travail de détermination de la position du navire peut être fort long. Il faut, en effet, déterminer un assez grand nombre de droites de hauteur, et pour cela faire un grand nombre d'observations.

Or les observations du soleil ne peuvent se faire d'une façon avantageuse que vers 8 heures du matin ou 4 heures du soir.

Il faut donc qu'à ce moment le soleil se montre et, dans certains parages, on peut rester de longs jours sans que le soleil remplisse ces conditions. Enfin, une fois la position repérée, il ne faut pas que les brumes viennent empêcher de voir les bouées de marque ni que le vent empêche de travailler d'une façon suivie et empêche de procéder au travail de dragage proprement dit.

En résumé, on voit combien sont difficultueuses toutes ces opérations, combien, par suite, peut prendre de temps le rétablissement d'une communication interrompue, et nous en déduirons deux conséquences importantes :

1° Nécessité de composer tous les réseaux de circuits fermés ;

2° Former, pendant le temps de paix, un personnel capable de couper, dès la déclaration de guerre, toutes les communications ennemies intéressantes ; ce personnel, qui existe en Angleterre de longue date, n'a pas, à notre connaissance, été prévu en France et l'expérience de la guerre hispano-américaine montre l'urgence qu'il y a à s'occuper de la question.

Nous souhaitons également la prompte exécution des projets de l'État français modifiés par les soins de l'industrie privée qui seule, dans l'état actuel des usines françaises de câbles sous-marins, peut mener rapidement à bien un tel travail.

APPAREIL A PRODUIRE

LE GAZ AÉROGÈNE

PAR

MM. DE PERRODIL et DE MORSIER

GÉNÉRALITÉS

Depuis la découverte du docteur Auer consistant à porter à l'incandescence, par la combustion du gaz de houille, certains mélanges d'oxydes de métaux rares, on s'est préoccupé, en dehors du pouvoir émissif de ces matières, de la chaleur qu'il faut leur fournir pour réaliser cette incandescence dans les meilleures conditions possibles de rendement lumineux.

On a ainsi constaté que les manchons émettent d'autant plus de lumière qu'ils ont été chauffés davantage. Comme combustible destiné à l'éclairage, il sera donc plus avantageux de choisir celui qui a la puissance calorifique la plus grande.

La chaleur de combustion d'un gaz est représentée par le nombre de calories que peut développer 1 m^3 de ce gaz par sa combustion complète avec l'oxygène.

Ainsi 1 m^3 de gaz de houille ordinaire peut développer 5 500 calories en moyenne. Ce chiffre est variable suivant la qualité du gaz de houille, et nous avons rencontré, dans une même fabrication, du gaz variant de 4 700 à 7 000 calories.

Plus un gaz de houille est riche en hydrocarbures de la série du benzol, plus sa chaleur de combustion est grande. Inversement, s'il est riche en hydrogène, et pauvre en hydrocarbures, sa chaleur de combustion s'affaiblit.

En passant, nous ferons remarquer que, dans le cas qui nous occupe, il ne faut pas confondre *chaleur de combustion* avec *puissance calorifique.*

La *puissance calorifique* d'un combustible s'évalue en prenant comme base une unité de poids; la signification reste bien la même, mais l'application en est différente. La puissance calorifique de l'hydrogène, c'est-à-dire de 1 *kg* d'hydrogène est de

34 500 environ; sa chaleur de combustion du mètre cube n'est plus que de 3 500.

1 m^3 de gaz de houille pesant 0,450, 1 *kg* de ce gaz possède une puissance calorifique de 12 200 environ.

Au point de vue de la chaleur à produire, du chauffage, en un mot, et de l'éclairage par incandescence, il est donc très intéressant de connaître ces chiffres de la chaleur de combustion et de la puissance calorifique.

Nous allons nous occuper plus spécialement ici des dérivés des hydrocarbures naturels appelés huiles légères de pétrole, ou gazolines, que nous nous proposons de transformer en gaz pour les appliquer à l'incandescence au moyen des manchons Auer.

Mais avant d'entrer complètement dans le vif de la question, il est très important que nous fassions remarquer que l'intensité calorifique d'un combustible solide, liquide, ou gazeux ou pour mieux dire, la température produite par sa combustion, en ne tenant compte d'aucune perte provenant du fait de cette combustion, ne dépend pas seulement de la quantité de chaleur dégagée par cette combustion proprement dite, mais qu'elle dépend aussi des quantités de chaleur ***absorbées*** par les produits de la combustion.

Le gaz de houille se trouve ainsi, pour le chauffage du manchon Auer, dans des conditions d'infériorité très grande vis-à-vis des pétroles, en raison de la grande quantité d'hydrogène qu'il contient, lequel, en se combinant avec l'oxygène, absorbe une notable quantité de chaleur pour former de l'eau.

Un gaz de pétrole, ce que nous appellerons désormais ici un ***aérogène***, est donc dans des conditions très favorables en ce qui concerne le manchon Auer.

D'ailleurs, toute opération qui consiste à éloigner cette déperdition produit des économies notables dans l'éclairage.

Pour n'en citer qu'un exemple, il suffit d'indiquer l'incandescence par les gaz forcés *(Denayrouze)*.

Lorsqu'on tend à faire brûler un gaz sous pression, l'absorption de chaleur qu'entraine la formation des composés se fait beaucoup moins sentir : l'influence refroidissante disparait et l'intensité lumineuse augmente. Nous croyons, du moins ceci est une hypothèse, qu'en dehors de la question du brassage intime des matières, qui joue un rôle important, l'influence d'un éloignement rapide des corps absorbant la chaleur doit intervenir aussi.

Nous insisterons donc sur ce point, et nous ferons observer que les pétroles, n'étant que des hydrocarbures, sont, au point de vue de la combustion, dans une situation bien supérieure au gaz de houille.

Hydrocarbures et gazolines.

La question économique de l'éclairage par incandescence va donc se résumer à gazéifier les hydrocarbures et à les brûler sous pression.

On peut dire que les pétroles représentent un mélange de carbures saturés, d'hydrures aromatiques, de carbures éthyléniques, de carbures aromatiques, et de leurs produits de condensation moins riches en hydrogène.

Ces pétroles, par distillation, donnent des produits que l'on peut fractionner et, entre autres, nous y trouvons les produits appelés « huiles légères » se divisant à peu près comme suit :

	Points d'ébullition.	Densité.
Éther de pétrole . .	40 à 70	0,650 à 0,660
Gazoline	70 à 80	0,640 à 0,667
Benzine de pétrole .	80 à 100	0,667 à 0,707
Ligroïne	100 à 120	0,707 à 0,722

La puissance calorifique des gazolines est d'environ 11 700 calories.

Celle de 1 *l* de liquide sera donc de 7 605, la densité étant de 0,650.

Si l'on parvient alors à diluer 1 *l* de gazoline dans 1 500 *l* d'air, nous aurons un gaz qui contiendra 5 070 calories au mètre cube, soit à peu près autant que le gaz de houille au titre de Berlin, et un peu moins que celui de Paris qui est de 5 200 à 5 400.

Mais à cette dilution il y a une objection qui se présente immédiatement, c'est que généralement ces mélanges ne sont pas stables.

Pour arriver à la stabilité, il faut opérer à l'opposé de ce qui a été fait jusqu'à présent, c'est-à-dire opérer la carburation de l'air à très basse température ; car il est évident alors que si nous mettons de l'air en présence d'un excès de liquide volatil, cet air sera saturé à la température actuelle, et la quantité de vapeur contenue sera en relation avec la température et avec la pression.

Voici sur ce point, les chiffres relevés par M. Eitner, dans un travail sur la naphtaline (extrait de la *Gas-Beleuchtung-Zeitung*, du 4 février 1899) et que cite M. Bouvier dans un rapport très intéressant, non publié, sur la question.

1 m^3 de gaz absorbé.	0	0	0
Alcool.	36,65 *g*	51,2 *g*	108,6 *g*
Éther de pétrole . .	315,36	397,5	565,6
Benzol.	116,2	216,6	332,7
Toluol.	46,5	72,74	118,75
Xilol	16,89	25,31	41,98

	Par le refroidissement.	Déposé en condensation.		Conservé à l'état de vapeur.	
	20 à 10	10 à 0	20 à 0	à 10	à 0
Alcool	57,4 *g*	14,35 *g*	71,95 *g*	52,2 *g*	36,65 *g*
Éther de pétrole.	168,1	81,94	250,04	597,5	315,66
Benzol.	116,1	100,4	216,3	216,6	116,2
Toluol.	46,01	26,24	72,25	71,74	46,3
Xilol.	16,67	8,42	25,09	23,31	16,89

Si l'on supposait, pour la carburation de l'air, que le carburateur soit à la température de 5°, la dilution serait de 5 640 *l* d'air ; pour 1 *l* de gazoline à 10°, ce chiffre tombe à 4 240 *l* et, à 15°, à 3 280 *l*.

Ceci prouve les difficultés d'une carburation régulière.

Nous ne nous étendrons pas sur ces questions délicates qui exigent des mesures de laboratoire précises, notre but n'étant pas d'établir une théorie complète de la carburation de l'air, ce qui sortirait d'ailleurs totalement de notre compétence.

Nous nous plaçons, au contraire, sur le terrain pratique et industriel et nous nous sommes posé, en présence de l'appareil de M. van Vriesland, les questions suivantes :

Est-il dans les conditions requises pour donner une carburation homogène, régulière, permanente, et peut-il, sans complication mécanique, donner la pression nécessaire dans des conduites de grande longueur ?

La pratique seule semble donner une réponse satisfaisante lorsqu'on s'adresse à ce carburateur. Les installations que nous avons visitées nous semblent répondre avantageusement à la question posée plus haut. Nous dirons plus loin quelques mots de ces installations.

Dans l'exploitation d'un gaz aérogène, il y a deux cas à examiner :

1° La vente des appareils aux particuliers ;

2° La vente du gaz aérogène au mètre cube, au compteur.

Ce qu'il importe ici, dans le premier cas, de bien étudier, est la simplicité et le bon fonctionnement de l'appareil. Le degré de la carburation importe moins là que dans la vente au compteur.

En effet, le particulier qui s'éclaire lui-même, tout en recherchant l'économie, s'appliquera à avoir une installation sommaire ; il ne se préoccupera pas autant que l'abonné de connaître le prix du gaz, il cherchera surtout le bien-être et le confortable en ayant chez lui un mode d'éclairage et de chauffage simple et commode.

Toute autre est la situation de l'abonné, qui s'occupe surtout de ne pas avoir une facture trop élevée à la fin du mois.

De nombreux appareils ont été imaginés pour la carburation de l'air.

Les énumérer tous serait trop long ; nous nous contenterons d'en citer sommairement quelques-uns.

L'appareil *Pieper*, de Paris, donnait 142 bougies-heure par mètre cube.

L'appareil *Faignot* (la Luciole), dans lequel l'air est aspiré par un ventilateur marchant au moyen d'un contrepoids et où l'on remarque des carburateurs constitués par des réservoirs contenant des feutres imbibés de gazoline. L'inventeur disait dépenser 1 *l* de gazoline par bec de 130 *l* et pour 15 heures d'utilisation.

L'appareil de *Wiesnegg*, qui était chauffé au bain-marie, ce qui lui permettait d'employer des liquides plus lourds ; la dépense était de 0,5 *l* de gazoline par mètre cube d'air carburé.

L'appareil *Lothamer*, dans lequel l'air est amené sous pression, très divisé, à travers la gazoline, par une grille fine ou un tamis. La consommation serait également de 0,5 *l* de gazoline par mètre cube de gaz.

Le *Rannen*, avec chauffage direct de la gazoline.

A l'étranger, on peut citer l'appareil *Alpha de Mullen* et celui employé pour le chauffage industriel par *l'American Gas Furnasse and C°*, de New-York, où la gazoline est divisée sous pression à travers des tôles perforées de plus en plus fines.

Puis l'appareil *Amberg*, de Munich, qui dose la gazoline et l'air par des pompes spéciales avant de l'envoyer dans le carburateur à surface.

Nous avons examiné dernièrement avec plus de détails l'appareil intéressant construit par MM. *Gourd et Dubois*, à Paris, qui donne de bons résultats pour l'éclairage des usines, villas, etc.

Nous n'avons vu aucun de ces appareils appliqué pratiquement à l'éclairage public ; en effet, aucun des appareils carburateurs imaginés jusqu'à ce jour n'a servi à la distribution en longues canalisations pour l'éclairage des villes. Les appareils de M. van Vriesland semblent remplir ce double but.

Dans une exploitation gazière de ville, que ce soit gaz de houille, acétylène ou aérogène, il ne peut y avoir de bénéfice certain que dans la vente au mètre cube ; c'est donc celui-ci dont il faut connaître le prix de revient pour pouvoir établir le prix de vente.

La facilité que procure l'exploitant au consommateur, de n'avoir qu'un robinet à ouvrir à la suite de son compteur, pour avoir immédiatement chauffage et éclairage, montre surabondamment tous les avantages qui résultent d'un semblable mode de distribution.

Pour le consommateur, que son combustible éclairant soit fabriqué d'une façon quelconque, cela lui importe peu ; il demande de pouvoir se chauffer et s'éclairer sans danger et économiquement. Si le système le satisfait, c'est qu'il remplit bien le but, et nous verrons que M. van Vriesland l'a pleinement réalisé.

Prix de revient du mètre cube de gaz aérogène.

Avant la découverte du docteur Auer, qui permet de fournir l'éclairage au moyen du manchon composé des mélanges d'oxydes des métaux rares dont nous avons précédemment parlé, cet éclairement devait être demandé aux molécules, ou plutôt aux particules infinitésimales de carbone provenant de la décomposition des hydrocarbures et rendues libres et incandescentes par la chaleur dégagée dans cette opération. Il était donc essentiel, pour obtenir le plus d'éclairement possible, d'avoir la plus grande quantité d'hydrocarbures dans le gaz, afin d'obtenir un très grand nombre de particules libres de carbone après la décomposition provenant du fait de la combustion.

L'acétylène doit son pouvoir éclairant à ce seul fait d'être un hydrocarbure saturé.

Les anciens appareils qui fabriquaient de l'air carburé étaient

tenus de fournir un gaz saturé de vapeurs d'hydrocarbure à la température ordinaire. On obtenait ainsi, aux papillons des brûleurs, une flamme jaune rougeâtre analogue à la flamme du pétrole.

Maintenant, comme l'indiquaient nos considérants du début, il suffit de chauffer une matière émettant des radiations lumineuses; le gaz peut donc, par lui-même, n'être pas éclairant pourvu qu'en brûlant il dégage de la chaleur.

On pourrait donc se servir de la calorie comme étalon de lumière et ne plus parler de volumes par bougies, mais bien de calories par bougies.

La gazoline possédant une chaleur de combustion à peu près constante, nous chercherons la quantité de gazoline nécessaire pour fournir une carcel.

Avec le manchon Auer tel qu'il existe dans le commerce, il faut lui fournir 110 calories à l'heure pour produire une carcel, et il faut, avec le gaz de houille de Paris, à peu près 25 *l*, ce qui correspond à 0,0075 *f*. Le litre de gazoline possède 7605 calories, ce qui correspond, pour les 110 destinées à produire la carcel, à une dépense de *0,0072 f*.

Mais la pratique nous a montré qu'il fallait un peu moins de 0,01 *l* de gazoline pour produire la carcel au manchon Auer, soit un peu moins de *0,0055 f* comme dépense. On voit donc immédiatement qu'il y a là une notable économie sur le gaz de houille.

Ce chiffre de 0,01 *l* de gazoline par carcel obtenu avec le carburateur van Vriesland n'est pas un minimum car on peut, avec des becs construits spécialement, arriver à un plus grand coefficient d'utilisation.

La dilution qui semble la meilleure, au point de vue de cette utilisation, est de 1 *l* de gazoline pour 2350 *l* de gaz aérogène; on arrive, avec ce mélange, à produire la carcel au manchon Auer avec 27 *l* de ce gaz et, à ce degré de dilution, le gaz revient à l'exploitant au prix de 0,23 *f* le mètre cube. C'est sur ces données générales que fonctionnent les installations que nous avons examinées.

La Compagnie de Paris-Lyon a voulu faire des essais contradictoires; la dépense en gazoline a été de 0,010097 par carcel-heure, soit un peu moins de 0,01 *l* de gazoline par carcel.

Le carburateur van Vriesland permet de faire un gaz pauvre *dans des conditions de constance suffisantes* pour une bonne exploi-

tation. De plus, en même temps qu'il carbure l'air, il comprime le gaz fabriqué en lui donnant une pression telle qu'il peut vaincre toutes les résistances provenant des pertes de charge de la canalisation et en même temps la résistance des brûleurs, qui est importante.

Avant de passer à la description proprement dite des appareils, nous donnerons le tableau des mélanges explosifs de la gazoline avec l'air et nous ferons remarquer qu'il est prudent de ne pas dépasser une dilution de 2,5 m^3 d'air pour 1 l de gazoline.

Gazoline.	Air.	
1 l	4450 l	Non explosible.
1	5000	Explosible.
1	8340	Maximum d'explosion,
1	16670	Non explosible.

Description des appareils van Vriesland.

L'appareil dont nous allons donner la description, par sa disposition générale, nous a permis de constater qu'il répond à ce qu'on doit attendre d'un carburateur rationnel et s'il ne produit pas un gaz théoriquement constant, malgré les différences de température, il a été cependant possible de réduire cette influence dans une proportion notable afin de débiter le gaz d'une façon économique dans tous les compteurs et d'éviter les condensations en conduite.

Nous dirons avec M. Bouvier, ingénieur gazier, que :

« Comparable à un ventilateur de pression simple et robuste, » le compresseur-carburateur van Vriesland permet de distri- » buer et de brûler à l'état de vapeur, en dilution déterminée » avec l'air, les gazolines et les hydrocarbures analogues permet- » tant d'alimenter le manchon Auer sous 250 à 300 *mm* de pres- » sion d'eau, il unit les avantages du gaz forcé à ceux de l'air » carburé en général. »

Muni des dispositifs de réglage nécessaires, entouré des précautions propres au maniement des essences, l'appareil que nous allons décrire est destiné à rendre des services incontestables pour l'éclairage, le chauffage et la distribution de la lumière dans les petites localités et agglomérations.

Les appareils nécessaires à la production du gaz aérogène sont :

Le carburateur ;
Le moteur ;
L'alimentateur ;
Le régulateur.

1° *Carburateur.* — Le carburateur employé est le carburateur-compresseur, système van Vriesland ; c'est l'appareil essentiel, car c'est lui qui produit le gaz. Il est formé d'une caisse en tôle dont l'aspect général est celui d'un cylindre horizontal fermé aux deux bouts, sur le fond postérieur duquel est placé excentriquement un autre cylindre beaucoup plus petit, également en tôle, dont le fond est fermé aussi. La séparation des deux cylindres forme cloison pleine. Dans le premier compartiment se meut un tambour cylindrique placé horizontalement dans l'axe de l'enveloppe et formé de deux cylindres métalliques à peu près de même longueur tous deux et un peu plus courts que le cylindre-enveloppe. L'intérieur du tambour ne joue aucun rôle dans le fonctionnement de l'appareil, il est hermétiquement bouché à ses deux extrémités par deux fonds métalliques pleins, traversés par l'axe servant à supporter le tambour et à lui donner un mouvement de rotation.

L'appareil carburant proprement dit se trouve entre les deux cylindres du tambour ; à cet effet, cet intervalle est compartimenté par des cloisons héliçoïdes parallèles, dont le pas est justement égal à un nombre exact de fois (quatre fois en général) l'écartement de ces cloisons. De sorte que tout l'intervalle entre les deux cylindres est occupé par quatre canaux à section rectangulaire se touchant et s'enroulant dans l'hélice d'un bout à l'autre du tambour. C'est, en somme, une quadruple vis à filet carré.

A l'avant de l'appareil, les orifices de ces quatre canaux font saillie sur le fond du tambour. Si la caisse est remplie de liquide jusque vers le tiers de sa hauteur et si le tambour tourne dans le sens convenable, ces orifices viendront successivement plonger dans le liquide et en enlever une partie jusqu'au moment où, en tournant, ils reviendront émerger au-dessus du liquide. La rotation continuant, une certaine quantité d'air pénétrera ensuite dans les canaux, puis, à l'immersion suivante, une nouvelle quantité de liquide sera enlevée par eux, tandis que le liquide puisé au tour précédent aura passé dans la spire suivante. Par suite, au bout d'un nombre de tours égal à celui des tours d'en-

roulement de l'hélice, toutes les spires auront à la partie inférieure une couche liquide et à la partie supérieure une couche d'air.

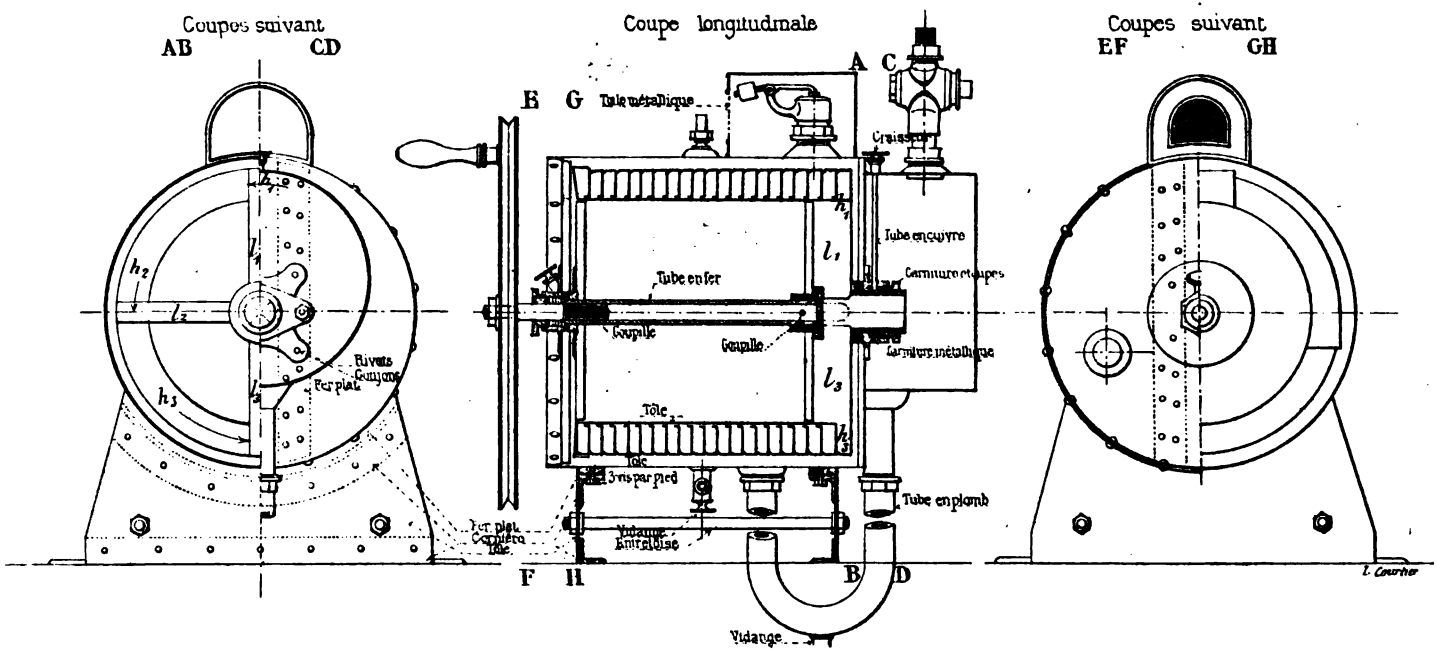
C'est, au fond, une vis d'Archimède travaillant horizontalement partie dans le liquide et partie dans l'air. Si les orifices postérieurs des canaux débouchaient à l'air libre, on obtiendrait ainsi seulement un transport horizontal de liquide et d'air. Mais, ainsi qu'il sera dit plus loin, ces canaux aboutissent dans la seconde chambre qui ne présente à l'air qu'une issue restreinte et où, par suite, cet air se comprime plus ou moins. Il résulte de là une contre-pression qui se répercute et s'atténue sur les couches d'air des spires, en dénivelant le liquide qu'elle renferme.

La communication des canaux du tambour avec la seconde chambre ne peut se faire que par l'intermédiaire de l'arbre ; dans ce but, son extrémité postérieure présente un diamètre plus grand ; intérieurement il est divisé en autant de compartiments qu'il y a de canaux sur le tambour (quatre en général). Chacun de ces compartiments est relié à la dernière spire de chaque canal héliçoïdal h_1, h_2, h_3, (h_4) par un canal radial l_1, l_2, l_3, (l_4), appliqué sur le fond plein du tambour. Par une disposition spéciale de presse-étoupe, l'axe traverse la cloison séparant les deux compartiments du carburateur et débouche dans le second compartiment, dans lequel se trouvent ainsi amenées successivement les quantités de liquide et d'air transportées par la rotation du tambour.

Le liquide tombe au fond de ce compartiment et se trouve ramené dans le premier par un tube en U qui les relie entre eux. Quant à l'air, il s'échappe par une ouverture placée à la partie supérieure du second compartiment et, de là, est refoulé dans les conduits de distribution.

Il est bien évident que, si le liquide placé dans le carburateur est une huile plus ou moins légère, l'air qui aura ainsi séjourné en contact avec des surfaces mouillées et sans cesse renouvelées par la rotation, s'imprégnera intimement de leur vapeur. C'est à cet air ainsi carburé que M. van Vriesland a donné le nom de « gaz aérogène ».

Le remplacement du liquide dans le carburateur est fait par l'appareil que nous décrirons plus loin et qui a été appelé « alimentateur » ; l'air est simplement appelé de l'extérieur par le mouvement même de la vis du tambour. Il tend à se produire, en effet, dans le haut de la première chambre, une dépression


Coupes suivant
AB CD
Coupe longitudinale
Coupes suivant
EF GH
A C
E G
Tube métallique
Graisseur
Tube en cuivre
Garniture en cuirs
Tube en fer
Goupille
Goupille
Garniture métallique
Tôle
Tôle
3 vis par pied
Tube en plomb
Vidange
Entretoise
F H
B D
Vidange
Rivets
Gonjons
Fer plat
Fer plat
Couvercle
Tôle
h2
l1
l2
h3
l3
h1
l1
l3
h2
I. Courtier

légère sous l'influence de laquelle une soupape réglée laisse pénétrer dans le carburateur la quantité d'air strictement nécessaire.

Moteur. — Pour obtenir la rotation du tambour, on peut, ou bien prendre le mouvement sur une transmission existante ou bien le produire au moyen d'une force motrice quelconque commode à se procurer dans l'endroit où l'on se trouve. Mais comme la force nécessaire est très faible, il est très simple d'actionner le carburateur par un petit moteur à air chaud alimenté par le gaz même de l'appareil. L'ensemble ainsi disposé a l'avantage d'être absolument indépendant de toutes les conditions extérieures et est très facile à installer partout.

L'appareil est muni d'un *alimentateur* spécial pour jouer un rôle important dans la marche du carburateur.

Régulateur. — Cet appareil ne demande aucune description spéciale. Il n'a pour but que de maintenir à une pression constante et réglable à volonté le gaz qui circule dans la canalisation. On peut employer pour cela un régulateur quelconque à gaz de houille soit un régulateur hydraulique à cloche (c'est celui le plus souvent adopté), soit un régulateur à mercure, soit un régulateur sec, ou tout autre appareil qui atteindrait le même but.

L'ensemble de ces appareils est relié par une tuyauterie convenable en plomb formant ainsi un tout facile à installer chez un particulier.

Installations existantes.

L'installation la plus complète qui existe actuellement et que nous avons visitée est celle de la ville de Breukelen en Hollande.

Elle comporte un ensemble d'appareils renfermés dans un petit bâtiment dont nous allons vous donner les vues photographiques en projections.

Elle représente ainsi une petite usine à gaz alimentant sur un parcours de 2 800 *m*, 45 lanternes destinées à l'éclairage public. Les tuyaux sont en fonte et fer, les branchements des lanternes sont en fer. Le carburateur mesure 80 *cm* de diamètre intérieur et 90 *cm* d'extérieur, la caisse 98 *cm*. Les longueurs sont de 1,36 *m* pour les carburateurs, 1,40 *m* pour la caisse qui les contient, 1,79 *m* au total. La spire mesure 45 *mm* de large sur 50 *mm* de profondeur dans le sens du rayon.

La puissance nominale du carburateur est de 250 becs.

Le compteur qui suit le carburateur est du système dit « compteur sec » (Elster) ; il n'y aurait aucun inconvénient à adopter le compteur humide, il suffirait que la garde hydraulique fût proportionnée à la pression du gaz.

Enfin le gaz traverse un régulateur de pression du type usuel pour usines à gaz.

La gazoline est contenue dans un tonneau en fer, placé verticalement à l'extérieur du bâtiment, au centre d'un petit échafaudage supportant le réservoir à eau pure qui sert au refroidissement du moteur et au déplacement de la gazoline.

La carburation à Breukelen, depuis le début de l'installation, qui fonctionne depuis le 22 juin 1898, s'est faite régulièrement avec de la gazoline. On a employé de la gazoline à 0,650 ; chauffée graduellement à 80° centigrades, elle doit distiller sans laisser de résidu, c'est ce qui est demandé au vendeur comme garantie.

En somme, ce qui nous a frappé dans l'installation de Breukelen, c'est la simplicité de l'installation, de la manipulation et le bel éclairage produit en toute saison, même à 2 *km* de la station par les becs d'éclairage public à incandescence.

L'installation fonctionne depuis le 22 juin 1898 et il n'a jamais été signalé aucune irrégularité dans cette marche de près de deux années.

Les installations vont actuellement en se multipliant en Hollande, qui est le pays d'origine du gaz aérogène. En Angleterre les deux importantes gares de Brooklesby et Ulceby fonctionnent à l'entière satisfaction des Compagnies de chemins de fer.

En France une installation vient d'être faite à la gare de Montgeron sur le réseau du P.-L.-M. et peut être visitée par tous ceux que la chose intéresse : les installations des villes de Mennecy, Marines, Excideuil, Chaumont-en-Vexin sont en cours. Ces villes viennent de traiter pour des concessions d'éclairage de trente années par le système que nous venons de vous présenter. Plusieurs installations particulières sont également réalisées.

Devant l'ensemble de tous ces résultats acquis, et que nous n'avons voulu qu'indiquer sommairement, nous avons cru utile, Messieurs, de présenter à la Société des Ingénieurs civils les quelques notes que vous venez d'entendre ; nous vous remercions de votre attention soutenue, et espérons n'avoir pas perdu votre temps en vous intéressant pendant quelques moments.

DISCUSSION

M. Ch. Lartigue. — La question de la carburation, c'est-à-dire de l'emploi des hydrocarbures pour augmenter le pouvoir éclairant et le pouvoir calorifique de certains gaz, est à l'ordre du jour; j'ai eu l'occasion de m'en occuper dans ces derniers temps, et sans médire de l'appareil van Vriesland, je ne puis laisser dans votre esprit l'impression que cet appareil soit le plus parfait qui existe, ni qu'il soit nécessaire d'aller chercher à l'étranger un système répondant à toutes les conditions du problème de la carburation.

Nos honorables Collègues, MM. de Perrodil et de Morsier, ont excellemment expliqué les données générales de ce problème, et le principe des appareils carburateurs essayés jusqu'ici. Tous sont basés sur l'évaporation d'un hydrocarbure plus ou moins volatil, évaporation rapide par barbotage, ou évaporation lente par surface; celle-ci est bien préférable, et pour la produire on a cherché des multiplicateurs de surface.

Le carburateur Van Vriesland n'est lui-même qu'un multiplicateur perfectionné.

Or, qui dit évaporation dit refroidissement, et tous ces évaporateurs, y compris le van Vriesland, exigent d'être tenus dans une température constante et assez élevée.

L'appareil sur lequel je désire appeler l'attention repose sur un tout autre principe, et la preuve c'est que, dans de nombreuses expériences, nous n'avons jamais pu constater de refroidissement. Il n'y a donc pas évaporation à la surface de l'hydrocarbure.

Cet appareil est dû à un modeste praticien, M. Cabrié, doué de cet esprit d'observation et d'ingéniosité qui caractérise souvent nos ouvriers français. J'ajouterai, en passant, que M. Cabrié a obtenu, *de plano*, le brevet allemand après avoir fait fonctionner son appareil à Berlin, et certes, ce n'est pas banal, car on sait combien nos voisins d'outre-Rhin sont difficiles à ce sujet.

Après de longs tâtonnements, M. Cabrié est arrivé à cette conviction, qu'en cherchant à provoquer l'évaporation de surface, on faisait fausse route, et il s'est consacré à trouver un moyen de mettre le gaz à enrichir en contact avec l'hydrocarbure sans

évaporation, mais après avoir divisé le liquide, en quelque sorte, à l'infini. Pour y parvenir, il a eu recours au phénomène de la capillarité.

Son appareil se compose essentiellement d'un bain d'hydrocarbure quelconque, comme je vous le démontrerai tout à l'heure. Ce bain est maintenu à niveau constant par un simple tube de Mariotte. Cette disposition, soit dit en passant, produit le réglage automatique de l'alimentation, puisque celle-ci cesse dès que la consommation s'arrête.

A une petite profondeur au-dessous de la surface, c'est-à-dire dans la zone toujours la moins dense du bain (ce qui permet, comme je le disais, l'emploi d'un hydrocarbure quelconque), plonge une mèche d'une disposition très ingénieuse : elle a la forme d'une calotte à peu près hémisphérique, et se compose d'une épaisse couche de fils de coton montés sur une carcasse. Par capillarité, le liquide s'élève dans la calotte qui en est bientôt tout imbibée. Vers le centre de la calotte descend un tube amenant soit l'air à carburer, soit le gaz à enrichir, l'un ou l'autre sous une légère pression.

Cet air ou ce gaz, traversant en tous sens les fibres de la calotte, s'y imprègnent d'hycarbure. A leur sortie, ils trouvent une autre calotte, qui, elle, est isolée. En la traversant, ils abandonnent toute trace d'humidité, et se rendent ensuite à la canalisation. C'est évidemment dans ce double et long trajet que se produisent une sorte de volatilisation complète des molécules de l'hydrocarbure, et le mélange intime de celui-ci avec l'air ou le gaz à enrichir. De nombreuses expériences, non pas de laboratoire, mais d'installations industrielles, ont prouvé :

1° Qu'il n'y a pas de refroidissement; de plus, les canalisations ont pu, sans entraver la marche de l'appareil, traverser une atmosphère maintenue à la température de 0°;

2° Qu'il ne reste plus d'humidité puisque les conduites n'ont jamais fourni de traces de condensation;

3° Qu'il ne se produit aucun encrassement;

4° Que l'enrichissement de l'air — ou du gaz, — est parfait, tant comme pouvoir éclairant que comme pouvoir calorifique, ou comme source de puissance motrice.

S'il s'agit d'enrichir un gaz déjà sous pression, par exemple du gaz de houille, le carburateur fonctionne sans moteur d'aucun genre.

S'il s'agit de produire de l'air carburé, pour l'éclairage, le

chauffage ou la force motrice, dans des locaux où n'existe pas le gaz de houille, une légère pression est nécessaire, pression plus ou moins grande, suivant la longueur des canalisations ; on peut l'obtenir soit par un contre-poids, soit par un petit moteur, soit par une cloche ou par tout autre moyen connu.

Si l'on emploie du pétrole lourd, un robinet de vidange permet d'enlever les dépôts qui se forment au fond du bain. J'ajoute que ces appareils, de construction simple et pratique, coûtent très bon marché, et n'exigent aucun autre soin que le remplissage du réservoir d'alimentation de pétrole, auquel on peut donner telle capacité que l'on veut.

Voici, Messieurs, un spécimen d'appareil Cabrié, suffisant pour desservir une trentaine de becs. Je vais remplacer le moteur par la simple pression de mon haleine et produire la flamme que vous pouvez constater. (Essai.) Remarquez que si l'envoi d'air cesse, l'appareil s'éteint instantanément, sans aucun retour de flamme, et que, tous les robinets restant ouverts, il n'y a aucun dégagement de gaz.

Pour ne pas allonger ces explications, je me bornerai à vous citer quelques chiffres, résultant de deux des constatations que j'ai eu l'occasion de faire.

Usine Lelarge à Reims. — Deux compteurs à gaz existants ont exigé l'emploi de deux carburateurs Cabrié (cylindres de 0,65 *m* de diamètre sur 0,70 *m* de hauteur). Ces deux appareils desservent ensemble environ 300 becs, plus un fourneau de cuisine. Ils sont alimentés par une essence de pétrole un peu plus lourde que la gazoline (690 *g*) et qui est livrée, au prix de 34 à 35 *f* les 100 *l*, par la maison Desmarets, sous le nom d'essence minérale rectifiée.

Pour faire les comparaisons, le compteur comporte deux robinets, l'un allant directement à la canalisation générale, l'autre alimentant aussi cette canalisation, mais en conduisant le gaz à travers l'appareil Cabrié.

Plusieurs essais comparatifs ont été faits; les deux appareils n'ont pas fourni les mêmes chiffres absolus, sans doute à cause de la différence de longueur des canalisations, mais la proportion d'économie reste la même.

Appareil n° 1. — Consommation à l'heure, gaz de houille seul, 20 m^3. Consommation de gaz de houille après passage au carburateur, 13 m^3; différence 35 0/0.

Appareil n° 2. — Consommations respectives, 14 et 9 m^3: différence 35,7 0/0.

Consommation d'essences : 1 *l* par 10 m^3 de mélange produits (1).

Étant donnée la dépense annuelle de la maison en éclairage et chauffage, le directeur de l'usine a démontré que la totalité de l'installation Cabrié (deux appareils et accessoires, ayant coûté environ 1 700 *f*) a été amortie par l'économie ci-dessus en moins d'un an, et le fonctionnement continue dans les mêmes conditions.

Autre exemple assez caractéristique:

Une petite usine avait, il y a plusieurs années, installé un compteur et une canalisation pour 15 à 20 becs.

Le branchement jusqu'à la conduite principale, fort long, se trouvait dans des conditions qui en auraient rendu la modification difficile, sinon impossible. Or l'usine avait augmenté sa canalisation jusqu'à 45 becs, qui brûlaient à demi-flamme. Depuis plus d'un an, l'adjonction au compteur d'un appareil Cabrié permet à ces 45 becs de brûler à flamme entière.

Voici du reste les comparaisons photométriques obtenues :

Un bec ordinaire avec gaz de houille donnait 9 bougies.

Ce même bec avec manchon Auer donnait 22 bougies.

Ce même bec, sans manchon Auer, après passage du gaz dans l'appareil Cabrié, a donné 24 bougies.

L'appareil Cabrié a déjà reçu de nombreuses applications, toutes aussi satisfaisantes.

Pour de plus amples détails, je suis à la disposition de ceux de nos Collègues que la question peut intéresser.

M. A. Lecomte. — Je tiens à appeler l'attention de la Société sur l'application à l'éclairage des hydrocarbures, non plus gazéifiés à froid, mais utilisés à l'état liquide et vaporisés dans le bec même avant leur introduction dans la flamme ; je demanderai ensuite à M. de Morsier quelques renseignements sur les conditions physiques du mélange d'air et d'hydrocarbures de pétrole.

Ce qu'il faut considérer, dit M. de Morsier, quand on compare différents systèmes d'éclairage, c'est le nombre des calories dé-

(1) Pour produire un gaz combustible en carburant de l'air atmosphérique, la dépense est de 1 *l* d'hydrocarbure pour 3 m^3 d'air. Le coût est donc de 0,13 à 0,15 *f* par mètre cube, tout amortissement compris.

pensées pour la production d'une carcel-heure : sur ce point, je suis d'accord avec lui. Ainsi que je l'ai démontré dans ma réponse à M. Denayrouze (séance du 2 juin 1899), dans des becs bien construits, le même nombre de calories engendre toujours la même quantité de lumière. Par conséquent, l'opinion émise par M. de Morsier, suivant laquelle le gaz aérogène serait plus économique que le gaz d'éclairage, ne peut être exacte que si les calories essence minérale sont meilleur marché que les calories gaz; or, il y a à peu près parité entre les deux prix.

L'économie que fait ressortir M. de Morsier provient de ce qu'il prend un chiffre trop élevé pour le nombre de litres de gaz d'éclairage consommés par carcel. Les essais de la Société technique du gaz font ressortir la carcel-heure à 12 *l* pour le Bunsen-Lecomte avec bec Auer n° 2, et à 13 *l* avec le bec Auer n° 3. Dans les conditions courantes on peut donc adopter 15 *l* au lieu de 22 *l* pour la carcel-heure obtenue avec le gaz d'éclairage : celle-ci revient ainsi, avec le gaz, non plus à 110, mais à 79 calories, et, avec l'essence minérale, à 75 calories: le résultat est donc sensiblement le même.

Mais ce qui donne aux hydrocarbures une supériorité marquée sur le gaz d'éclairage, c'est la qualité de la lumière obtenue.

Malgré les travaux du Dr Bunte et du Dr Killing, la raison pour laquelle les manchons incandescents éclairent n'est pas encore connue : c'est même une des premières questions qui seront discutées au prochain Congrès international des Gaziers.

Quoi qu'il en soit, la pratique démontre que : pour des manchons de composition semblable, donnant le même pouvoir éclairant et utilisant le même nombre de calories, la lumière la plus chaude, la plus veloutée et la plus agréable à l'œil sera émise par le manchon sur lequel brûle l'hydrocarbure le plus riche en carbone.

La gamme des tons chauds sera fournie par la série des hydrocarbures suivants, en commençant par la teinte la moins chaude : alcool dénaturé, gaz d'éclairage, essence minérale, alcool carburé par addition de benzine de goudron, et enfin benzine de goudron pure. Cette série correspond absolument à la proportion de carbone combinée à l'hydrogène dans chacun de ces corps.

Ainsi, la question des hydrocarbures appliqués à l'éclairage est d'autant plus intéressante à étudier qu'il y a là une source à peu près inépuisable de lumière riche, chaude, se pliant à toutes

les exigences, et pouvant s'appliquer dans les localités privées d'électricité et d'usines à gaz.

Parmi les hydrocarbures provenant du sol français, je voudrais citer en particulier l'alcool.

L'éclairage s'obtient soit avec l'alcool pur, soit avec l'alcool dans lequel on a fait dissoudre des hydrocarbures. Or, les hydrocarbures solubles dans l'alcool proviennent en majeure partie du goudron de gaz et des fours à coke.

Dans une usine à gaz de province, la distillation de 100 *kg* de houille produit en dehors du coke 25 m^3 de gaz, 6 *kg* d'eau ammoniacale qui restitue son azote à la terre, et 5 *kg* de goudron dont on peut extraire 1 *kg* de benzine. Si on utilise les 25 m^3 de gaz dans des becs Auer, on pourra, à raison de 120 *l* par bec, alimenter 208 becs pendant une heure; d'autre part, le kilo de benzine peut produire suffisamment de chaleur pour alimenter 20 becs pendant une heure, (il est évident que cette benzine étant dissoute dans l'alcool, le nombre de becs alimentés sera augmenté). On est donc fondé à dire, ainsi que l'a montré M. G. Arachequesne dans une étude publiée par le *Bulletin des Halles* et l'*Écho agricole*, que, chaque fois qu'un directeur d'usine à gaz produit le gaz pour 100 becs, il peut en alimenter 10 en plus avec l'hydrocarbure qu'il fabrique, et par suite augmenter d'autant son débouché en dehors du périmètre de sa canalisation.

Cette benzine et celle qu'on extrait des fours à coke de nos grandes usines métallurgiques sont des produits de fabrication française, et, de même que pour l'alcool, il est intéressant d'aider à leur vulgarisation. En Allemagne, la consommation d'alcool pour l'éclairage et le chauffage atteint 1 million d'hectolitres par an; en France, nous en consommons seulement 150 000 *hl.*

Il est vrai qu'en Allemagne l'alcool n'est pas grevé de frais aussi élevés qu'en France pour la dénaturation, et qu'on n'y introduit pas, ainsi que le disait M. L. Périssé, ce vert malachite qui ronge les soupapes des moteurs et obstrue les canaux des lampes d'éclairage.

Ma deuxième question a trait aux conditions physiques dans lesquelles s'opère le mélange de l'air avec les hydrocarbures du pétrole.

Ainsi que le disait M. de Morsier, la carburation de l'air s'obtient par son barbotage dans le liquide ou par son passage sur de grandes surfaces mouillées.

Il existe un autre procédé, celui des fontaines à gaz, dans lequel l'air s'imprègne lui-même, automatiquement, de la quantité d'hydrocarbure nécessaire ; cet air chargé de vapeurs, et par conséquent plus lourd que l'air ambiant, peut se distribuer sous la seule action de la gravité dans des canalisations; avec ce système il n'est pas besoin de souffleries, et il y a là un grand progrès accompli par la simplicité du système.

Mais il est un point sur lequel je prierai M. de Morsier de bien vouloir compléter sa communication, et je le ferai d'autant mieux que le Directeur de la Société du gaz aérogène, M. Lenoir, est Membre du Comité de la Société techniqne du gaz.

Beaucoup d'auteurs ont écrit sur la question du gaz d'essence minérale ; tous ont décrit soigneusement les appareils, mais tous, — même M. Ringelman dans son dernier ouvrage, — ont totalement oublié d'indiquer les conditions physiques de ces mélanges éminemment instables de vapeur et d'air.

Il serait intéressant de connaître pour les essences de différentes densités : 1° quelle quantité de chaleur en calories il est nécessaire de fournir pour l'évaporation totale de 1 *kg* d'essence, 2° quelle quantité est évaporée par heure et par décimètre carré à différentes températures.

Une fois ces renseignements fournis, tous les techniciens pourront se faire une idée exacte de la valeur d'un appareil.

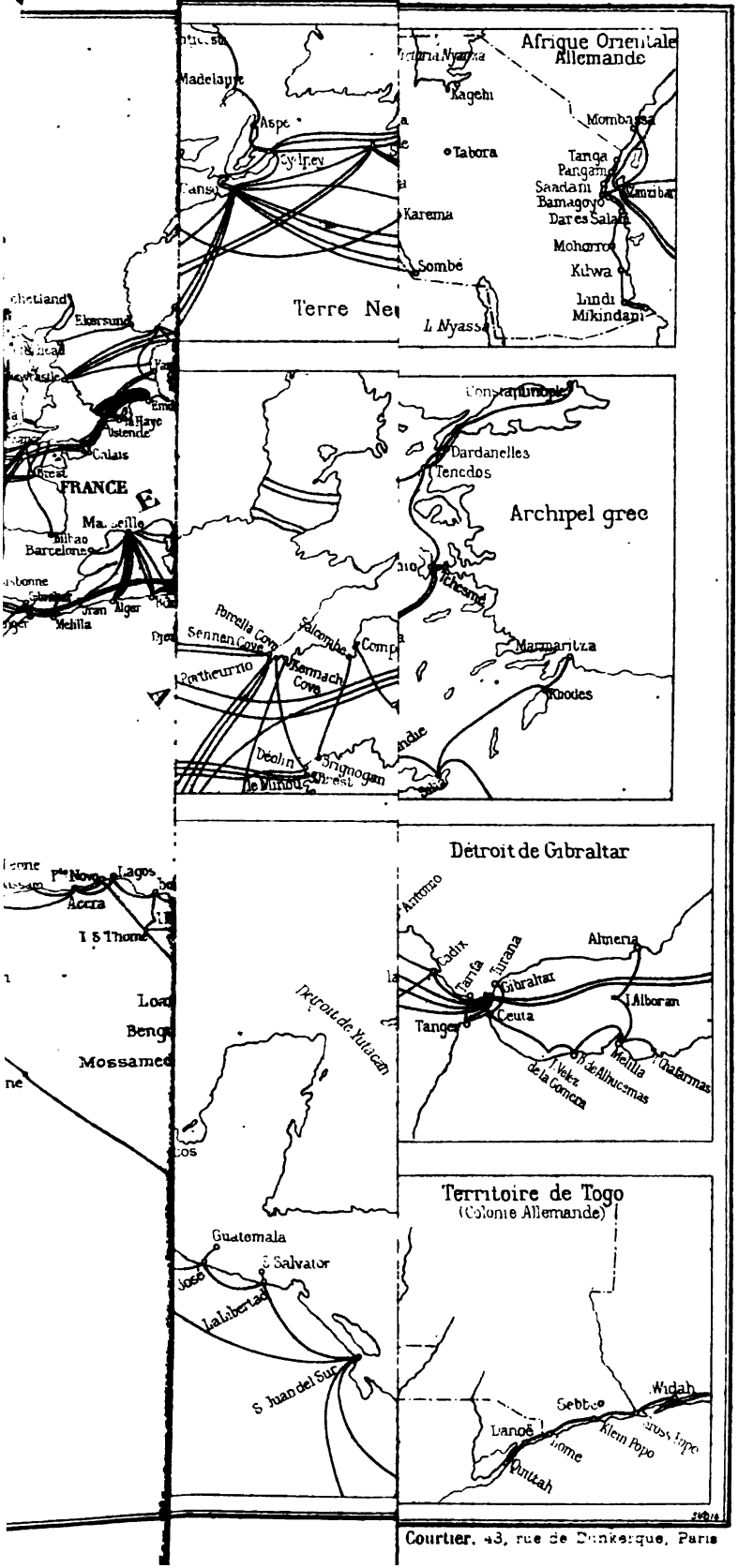
Peut-être trouvera-t-on la loi de la fabrication de ce gaz et la manière de le distribuer sans qu'il se condense par un phénomène analogue à celui du point de rosée. En effet, quelle que soit la vapeur en dissolution dans l'air, elle se condensera quand la température s'abaissera au point où l'air devient saturé, et le phénomène sera d'autant plus sensible que la quantité de vapeur que peut entraîner l'air croît très rapidement avec la température.

Ce sont là des renseignements techniques qu'il serait intéressant de voir communiquer à la Société.

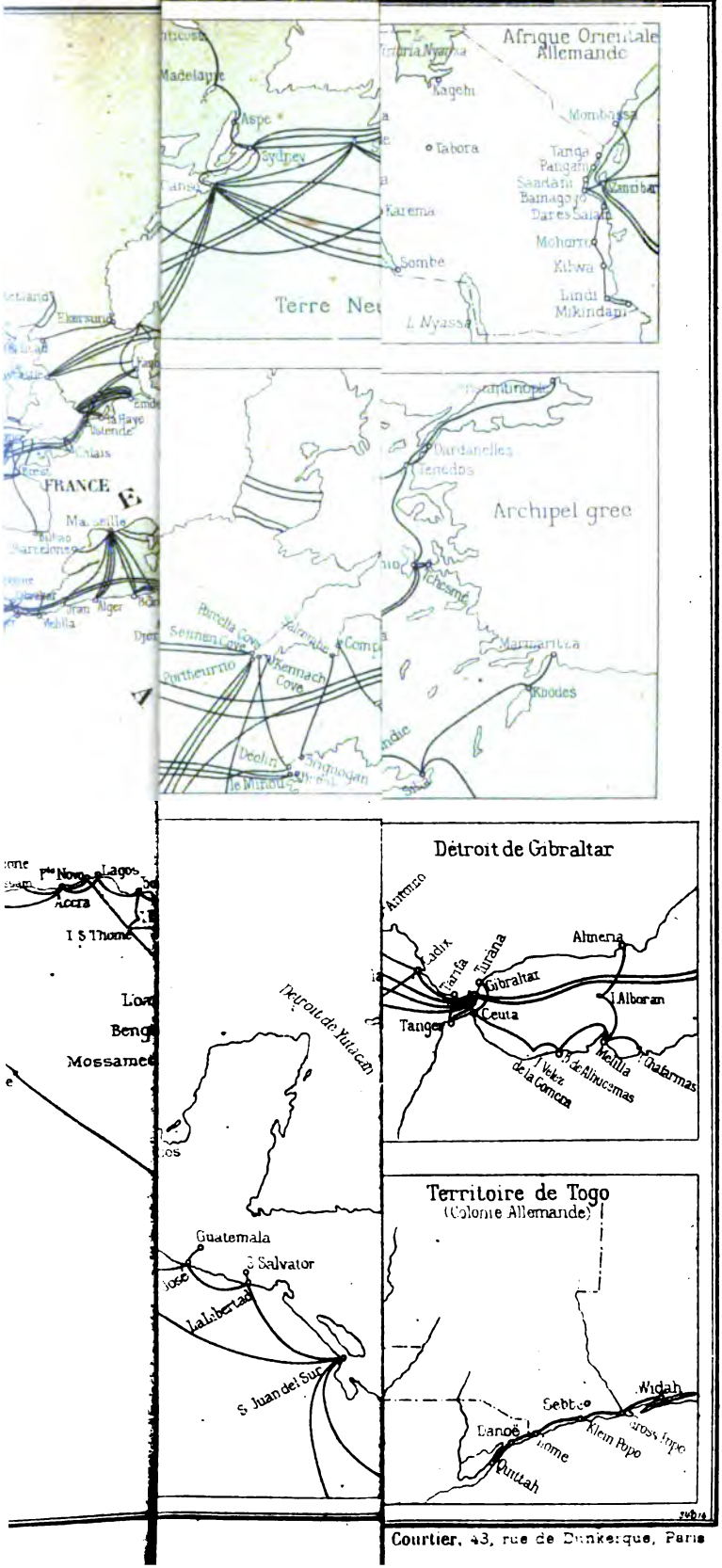
Le Secrétaire,
R. Soreau.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 5976-4-00. — (Encre Lorilleux).



Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris



Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

D'AVRIL 1900

Deuxième Quinzaine.

N° 8

CHRONIQUE

N° 244 B.

SOMMAIRE. — Pont sur la Trême (canton de Fribourg). — Le rôle de l'Ingénieur *(suite)*. — Les grandes bibliothèques américaines (complément). — Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique *(suite)*.

Pont sur la Trême (canton de Fribourg). — Nous trouvons dans la *Schweizerische Bauzeitung* une intéressante note de M. A. Gremaud, Ingénieur du canton de Fribourg, sur une construction économique de pont.

1° *Considérations générales.* — Le pont qui nous occupe se trouve sur le torrent de la Trême, route cantonale de Gruyères à Broc. L'administration ne voulant absolument pas admettre, par mesure d'économie (!) un pont métallique, nous avons été amenés à projeter une construction en bois dont les pièces principales aient la plus grande durée possible et dont les réparations courantes pussent être faites par les agents mêmes chargés de l'entretien ordinaire. Dans les ponts en bois à ciel ouvert, on peut bien garantir contre les intempéries les poutres de rive (fermes) au moyen d'un lambrissage, mais les poutres en travers sont toujours exposées à une destruction rapide, surtout entre les fermes et le plancher, là ou l'écoulement des eaux pluviales se fait forcément.

Dans la construction en question nous avons obvié à ce dernier inconvénient en substituant des fers double T aux poutrelles en bois.

2° *Description.* — Le pont présente un biais de 75°, sa portée est de 14 *m* et sa largeur entre les poutres de 5,20 *m*. Il est supporté par deux poutres système Howe de 2 *m* de hauteur, formées de doubles longrines en sapin, embrassant à tiers-bois des montants en chêne. Les fiches obliques (arbalétriers) sont en sapin.

Les longrines des fermes ont été renforcées, celles inférieures aux culées et celles supérieures au milieu, afin d'atténuer le plus possible les flexions qui se produisent toujours à la longue dans les pièces horizontales des charpentes, quels que soient d'ailleurs les soins apportés dans leur exécution.

Les poutrelles en fer double T de 250/115/11 et du poids de 43 *kg* par mètre courant, sont supportées par des étriers fixés aux montants verticaux en chêne.

Elles sont écartées de 1,90 *m*. Entre les poutrelles métalliques sont disposés, en diagonale, les contreventements.

3° *Coût de la construction.*

a) Les culées (fouilles, fondations, maçonnerie) ont coûté.		3 588,40 *f*
b) La dépense pour le tablier s'élève :		
Charpenterie	2 843,60	
Étriers, boulons, clous, etc.	810,40	
Poutrelles métalliques (transport et pose). .	491,20	— 4 145,20
TOTAL.		7 733,60 *f*

4° *Épreuves.* — La charge d'épreuve a été formée au moyen de 15 m^3 de gravier répandu sur toute la surface du pont, ce qui correspond à une couche de 0,20 *m* d'épaisseur.

Au moyen de différents pesages, le poids moyen du mètre cube de gravier a été arrêté à 1 750 *kg*, ce qui, pour la charge d'épreuve de 15 m^3, donne un poids total de 26 250 *kg*, soit 350 *kg* par mètre carré.

Les fermes ont, au milieu, sous l'effort de la surcharge, subi une flexion maximum de 56 *mm*.

Après l'enlèvement de la charge, elles se sont relevées de 44 *mm*, en sorte qu'elles ont subi, à cet endroit, une flexion permanente de 12 *mm* qu'il faut attribuer aux tassements qui se sont produits dans les bois et les assemblages.

Nous ferons encore remarquer que la charge d'essai fut placée à partir d'une rive vers l'autre.

Lorsque le pont fut à moitié chargé, il se produisit des craquements, des détonations semblables à des coups de feu et qui causèrent une certaine panique parmi les ouvriers. Inutile de dire que ces bruits provenaient du tassement des assemblages, tassements qui allèrent en se propageant et en se cumulant à partir du milieu du pont vers les culées ou se produisit une réaction (détente) qui occasionna les détonations dont nous venons de parler.

5° *Conclusions.* — Le but que nous nous sommes proposé, dit M. Grémaud, en publiant cette courte notice, est d'abord, comme nous l'avons

dit au commencement, d'indiquer comment on peut, avec le bois, obtenir des ponts à ciel ouvert de longue durée, puis de fournir quelques données pratiques sur la résistance des ponts en bois.

Le rôle de l'Ingénieur *(suite)*. — Le progrès a été très lent à se produire dans les premiers âges. L'homme habitait des cavernes. Combien lui a-t-il fallu de temps pour penser à se faire une tente d'abord, puis une hutte, enfin une maison? De même pour se fabriquer des armes offensives et défensives, non seulement pour se protéger contre les animaux sauvages et, au besoin, contre ses semblables, mais encore pour se procurer des aliments et des vêtements? Il a commencé évidemment par se mettre à l'abri des intempéries à l'aide des peaux des animaux qu'il avait chassés et tués pour s'en nourrir, et il semble que la première industrie a dû être celle de la préparation du cuir. Combien a-t-il fallu de temps à l'homme pour acquérir la notion de l'usage du feu et des moyens de le produire artificiellement, pour préparer ses aliments et pour cuire la terre façonnée en ustensiles pour boire et manger?

La rapidité des progrès de l'industrie moderne est extraordinaire. La pratique procède par bonds.

Prenons une source d'énergie quelconque, par exemple l'électricité, et examinons son développement sur mer : elle actionne le gouvernail, elle ventile l'intérieur du navire, elle fait tourner les tourelles, elle manœuvre les canons, transporte les munitions, éclaire le navire, assure sa sécurité en fouillant l'horizon avec de puissants projecteurs et permet les communications intérieures, malgré le temps, l'obscurité, la pluie, le brouillard, etc. On n'en finirait pas en continuant cette énumération qui ne touche qu'une seule application. La lumière, le son, la chaleur, etc., n'ont pas été moins complètement mises à contribution pour le service de l'homme et n'ont pas moins fourni un champ immense au rôle de l'Ingénieur.

L'Ingénieur moderne est le produit d'une éducation soignée et prolongée, soit qu'elle ait été acquise par un enseignement étranger, soit qu'elle ait été spontanée. Par le mot éducation on entend généralement celle qui consiste à développer les facultés intellectuelles, morales et physiques de la jeunesse, mais en réalité l'éducation de l'Ingénieur dure tant qu'il exerce sa profession d'une manière active. L'auteur se considère comme étant toujours à l'école et constate qu'il apprend tous les jours quelque chose qu'il ne savait pas.

La base de l'éducation de l'Ingénieur doit consister dans une instruction large, solide et générale, mais qui ne doit pas être spécialisée jusqu'à ce que le sujet soit arrivé à un âge où il puisse avoir des idées personnelles.

Dès l'enfance, on doit chercher à développer chez le sujet les facultés d'observation, une éducation systématique de la mémoire, et l'encourager à exercer son raisonnement. C'est en réalité la méthode scientifique. Beaucoup de gens croient qu'il faut commencer de bonne heure l'enseignement des sciences; ce n'est pas l'avis de l'auteur. Mais on doit familiariser de bonne heure l'enfant avec les diverses plantes et

leurs noms, les animaux et leurs mœurs, l'observation de ce qui se passe journellement sous ses yeux, dans la maison, dans l'air, sur la terre, etc. Le feu, une chandelle, une théière, la cuisine, les phénomènes atmosphériques, les marées, les bicyclettes, etc., expliquées d'une manière sommaire et simplifiée, lui donnent le goût de la nature et de la science et l'habituent à observer, à réfléchir et à se souvenir. Bourrer de jeunes esprits de faits scientifiques appris dans des livres et mal digérés en les accompagnant d'expériences qui manquent le plus souvent ne fait guère que ridiculiser la science à leurs yeux et encourager l'ignorance.

L'Ingénieur doit être un homme de science. La science observe les faits naturels et déduit de cette observation leurs lois et leur théorie. L'Ingénieur applique les connaissances qui en résultent aux besoins de l'homme. Son rôle pratique est l'étude correcte et l'exécution convenable des travaux qui y sont relatifs. Le Président actuel de l'Association Britanique, dans son discours d'ouverture, à Douvres, ne fait pas de distinction entre les connaissances naturelles qui constituent la science et la science appliquée, ou art de l'Ingénieur.

Les exemples qu'il a donnés pour glorifier la première sont empruntés aux faits qui font le plus d'honneur au second. Il y a des sciences basées sur l'expérience, comme la chimie, la mécanique, la physique, et d'autres basées sur l'observation, telles que la botanique, la zoologie, la géologie, la géographie, l'astronomie, la biologie, etc. Elles sont très nombreuses et, comme l'art de l'Ingénieur n'est pas autre chose que la science appliquée, il est clair qu'un Ingénieur perdrait son temps en acquérant des connaissances abstraites qui ne pourraient lui être d'aucune utilité plus tard.

Il doit se réserver pour les branches de la science qui doivent lui servir dans sa carrière ultérieure par leur application à l'industrie, au commerce, etc. Les mathématiques, qui sont la sténographie de la pensée, la forme la plus pure de la logique, la servante de l'observation, l'instigatrice de la précision et du raisonnement, l'organe du sens commun, sont les outils qui donnent une forme à la masse de connaissances emmagasinées que la mémoire met à la disposition de l'Ingénieur lorsqu'il a à faire l'application de ce qu'il a appris. L'enfant, qui a passé par l'école d'abord, puis par l'Université, d'où il sort pourvu d'un ample bagage littéraire et scientifique, est tout préparé à commencer son éducation d'Ingénieur en entrant dans un atelier ou dans un bureau de dessin, où il devra acquérir la combinaison de connaissances et d'intelligence et cet entraînement de l'esprit et de la main qui constitue l'éducation technique. *(A suivre.)*

Les grandes bibliothèques américaines *(complément)*. — Nous trouvons à la suite de la communication de M. A. Claparède, que nous avons reproduite dans les Chroniques de février II et mars I, des notes du même auteur sur les grandes bibliothèques américaines, qu'il nous a paru intéressant de donner et que nous trouvons, comme les précédentes, dans le *Moniteur de l'Industrie et de la Construction*.

La bibliothèque de l'État de New-York, à Albany, est splendidement

logée, bien que dans un bâtiment qui n'a pas été spécialement construit pour elle. Elle occupe les étages supérieurs du Capitole, mais, comme les bureaux du gouvernement ont besoin de s'étendre, on se préoccupe déjà de la transférer dans un édifice nouveau.

Quant au palais de la bibliothèque publique de Boston, commencé en 1888, ouvert en 1895, il est carré, avec une façade allongée, style Renaissance, qui rappelle beaucoup celle de la Bibliothèque Sainte-Geneviève, à Paris. Cette façade a 67 *m* de long et 21 *m* de hauteur, et l'entrée monumentale est surmontée des trois mots : *Free to all*, ouvert à tous, sans distinction d'âge ni de rang social. La bibliothèque, fondée en 1852, a 628 000 volumes et comprend de nombreuses succursales.

Il serait curieux de citer ici quelques passages des descriptions dithyrambiques qu'ont données de ce palais splendide les journaux américains, mais la place nous manque pour le faire. Bornons-nous à noter, avec son coût, 12 millions de francs, la façade de granit, la cour intérieure en forme de cloître, le vestibule grandiose, l'escalier monumental en marbre jaune veiné de noir des carrières de Sienne, les grandes peintures murales de Puvis de Chavannes : « Les Muses inspiratrices acclamant le Génie, messager de la Lumière. »

La « Légende de Saint-Graal », par Abbey, décore la salle la plus luxueuse du bâtiment, celle où se fait la distribution des livres et où des foules de curieux se pressent chaque jour. La grande salle de lecture, le Bates Hall, une des salles les plus imposantes qui soient au monde, occupe toute la longueur de la façade et le public peut y feuilleter 6 000 volumes à son gré. Il y a place pour 300 personnes assises, chiffre déjà très insuffisant. Quant aux livres du magasin ou *Stack*, des tubes pneumatiques et des corbeilles mues par des funiculaires électriques permettent d'obtenir l'ouvrage que l'on désire en dix minutes au plus.

Au troisième étage, sont des bibliothèques spéciales dont les 91 000 volumes sont à la disposition de toute personne qui inscrit son nom et son adresse. Une salle destinée aux enfants possède 3 000 volumes, y compris les livres d'images pour les bébés, qu'ils peuvent prendre eux-mêmes sur les rayons ; la seule condition mise à leur admission, c'est qu'ils aient les mains propres. Aussi trouve-t-on à portée l'obligatoire *lavatory* à l'usage des mioches et de leurs mamans ou de leurs bonnes. Citons encore une salle réservée à 700 périodiques et une autre à 300 journaux.

La Bibliothèque de Boston est un spécimen de « Stack System », l'édifice étant constitué, à part les locaux secondaires, de deux grandes divisions : le book stack et la salle de lecture. Par mesure de précaution contre le feu, les six étages du stack n'ont pas d'autre communication entre eux que les tubes pneumatiques et le book railway qui les relient.

La Bibliothèque du Congrès, ou Bibliothèque nationale, à Washington, est basée sur un tout autre plan qui rappelle le système central du British Museum. Elle forme une rotonde de 30 *m* de diamètre et de 37 *m* de hauteur, surmontée d'un dôme doré. Cette rotonde est occupée par la salle de lecture, qui se trouve ainsi au centre des services. Le stack est divisé en trois parties formant comme trois bras autour de la

rotonde. Cette disposition permettrait, en cas d'incendie d'une des parties, de préserver les deux autres. Ces stacks ont neuf étages ; le plus petit présente une capacité de 175 000 volumes; les deux autres peuvent en recevoir chacun 800 000.

On estime la capacité totale du bâtiment à 4 millions 1/2 de volumes, sans compter les annexes qui pourront plus tard s'élever dans les cours. Les stacks sont d'un système entièrement nouveau, les rayons sont remplacés par de légères barres d'acier laminé, polies comme du verre. On espère éviter ainsi les amas de poussière.

Les ailes du pourtour de l'édifice sont divisées en un grand nombre de chambres, salles et galeries pour collections spéciales. On a l'intention de faire de cette bibliothèque, qui est déjà réunie aux dépôts de la *Smithsonian Institution* et du *Copyright*, une collection de tous les ouvrages américains ou relatifs à l'Amérique.

La salle de lecture est disposée pour recevoir 250 à 300 lecteurs assis, avec leurs pupitres. Au centre est le bibliothécaire, entouré du comptoir de distribution et ayant à sa portée tous les appareils de communication avec les magasins et de transport automatique des livres. 24 tubes pneumatiques permettent d'envoyer les bulletins de demande aux différents employés des stacks et de communiquer, soit avec les bureaux de la direction, soit avec le palais du Capitole, distant de 400 *m*.

Le transporteur mécanique des livres consiste en deux câbles sans fin animés d'un mouvement continu et se déplaçant à raison de 30 *m* par minute; ils descendent verticalement à travers le stack jusqu'au sous-sol, — qui, par parenthèse, est un monde de canalisations, tuyaux et appareils mécaniques divers, — et, de là, ils remontent à la salle de lecture. Sur ces câbles viennent s'accrocher les plateaux de distribution. Grâce à ce système, les livres ne mettent pas plus de trois minutes pour parvenir des points les plus éloignés au centre du bâtiment. Le transporteur communique également, par un long souterrain, avec le Capitole et dessert les Chambres du Congrès.

La richesse actuelle de la bibliothèque de Washington est de 750 000 volumes. *(A suivre.)*

Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique *(suite)*. — Il est permis de se demander pourquoi ce développement s'est produit aussi rapidement et pour quelle raison ces chutes d'eau, qui n'étaient jusqu'ici qu'un objet d'admiration pour les touristes et un sujet de crainte pour les régions avoisinantes, sont aujourd'hui recherchées avec tant d'ardeur et canalisées avec tant de soin, pourquoi la Suisse, la France, la Norvège, etc., ont attendu si longtemps avant de se lancer dans ce genre de travaux et enfin pourquoi l'utilisation des forces hydrauliques n'a pas commencé il y a quarante ou cinquante ans, alors que les moteurs hydrauliques qu'on emploie à cet effet, les turbines, étaient déjà aussi perfectionnées qu'aujourd'hui.

La réponse est très simple. Cette immense quantité d'énergie serait tout aussi perdue actuellement qu'elle l'était de temps immémorial, sans les perfectionnement si rapides qu'ont éprouvés la transformation

de l'énergie mécanique en électricité et la transmission de cette énergie à grande distance au moyen des courants à haute tension. Dans ces temps de progrès rapides, on est assez disposé à oublier des faits relativements récents et à passer sous silence les transitions. L'auteur citera un fait personnel.

Il y a une quinzaine d'années, lorsque les machines dynamos étaient déjà assez perfectionnées et que l'éclairage électrique par incandescence était déjà sorti du domaine du laboratoire, l'auteur faisait partie d'une commission nommée par le Conseil d'administration de l'École polytechnique de Zurich et chargée d'étudier la question de l'éclairage électrique pour les diverses parties de l'École. Ma première question était de savoir si la force motrice nécessaire pourrait être fournie par les eaux de la ville dont l'établissement était situé à 1 500 *m* de distance de l'École. Cette question fut résolue négativement sur l'avis d'un membre de la commission, professeur de physique des plus distingués, qui démontra que le prix du conducteur en cuivre servant à transmettre le courant serait tout à fait excessif. A cette époque on ne concevait pas la possibilité d'employer pour ce genre d'application des courants à haute tension. Quelques années plus tard, en 1889, le même professeur assistait aux fameuses expériences de Francfort dans lesquelles une force de quelques centaines de chevaux était transmise de Lauffen au moyen d'un conducteur de faible diamètre traversé par un courant à haute tension sur une distance de 75 *km*. On sait que cette expérience a été le vrai point de départ de la solution réalisée aujourd'hui de la transmission de la force à grande distance. C'est à partir de cette époque qu'il est devenu possible de recueillir les forces motrices naturelles dans les montagnes, de les transformer en courant à haute tension et de les conduire à grande distance jusqu'à des localités propres à l'établissement d'industries où on les transforme en courants à faible tension.

Si nous considérons, par exemple, que le prix de la force motrice dans les régions de plaine de la Suisse, atteint 280 *f* par cheval et par an, et que dans les parties montagneuses du même pays, la même unité produite par une chute d'eau bien utilisée ne revient qu'à 25 ou 30 *f*, nous voyons immédiatement les énormes avantages qui résultent de ce système de transmission. Il ne faut pas perdre de vue toutefois que les chiffres ci-dessus se trouveraient notablement modifiés par les pertes de toute nature qui interviendraient et par l'intérêt et l'amortissement du capital engagé. Ainsi on admet actuellement en Suisse que, transportée à 100 *km* de distance, la force obtenue d'une chute d'eau coûte sensiblement autant que si on l'obtenait sur place avec un moteur à vapeur. Toutefois, il existe encore une certaine marge et la facilité d'obtenir des forces considérables à bon marché est un élément puissant de développement pour des industries qui pourraient difficilement vivre en ne comptant que sur le charbon comme source d'énergie.

Mais il y a un point qu'il ne faut pas perdre de vue et qui constitue un facteur des plus importants dans toute entreprise commerciale. Il s'agit du prix de transport des matières premières à la fabrique et des produits finis de celle-ci aux centres de consommation. Une autre question est celle de la main-d'œuvre qui est très difficile à avoir dans les

pays de montagnes. Toutes ces conditions amènent quelquefois une impossibilité absolue pour l'installation d'un établissement industriel, dans une localité où la force motrice se trouve en abondance et à bas prix. C'est ainsi que l'éloignement d'un centre commercial peut rendre impossible le développement de certaines industries pour lesquelles la question du transport joue un rôle considérable.

Des dépenses que peuvent supporter des produits d'une certaine valeur comme le chlorate de potasse et le carbure de calcium sont prohibitives pour des matières telles que le chlorure de chaux et le carbonate de soude. En thèse générale, on peut dire que, en ce qui concerne la grande industrie chimique, les avantages de la force motrice hydraulique ne sont pas évidents à priori.

Il faudrait encore tenir compte des questions douanières dont l'influence sur l'importation et l'exportation est souvent capitale. Enfin, il est un point assez délicat, c'est l'esprit des différentes populations, leur mode d'éducation, leurs facultés d'initiative et leur plus ou moins d'aptitude à utiliser les avantages naturels qu'elles peuvent trouver autour d'elles. Cette énergie cérébrale est pour le moins aussi précieuse au point de vue du développement industriel d'un pays que les autres formes plus tangibles de l'énergie.

On a déjà indiqué qu'il y a une limite à la transmission de l'énergie par le moyen de l'électricité sous forme de courant à haute tension, ou du moins qu'au delà de cette limite le prix de la force motrice devient inaccessible aux besoins industriels. Il est bien possible que de nouvelles inventions et découvertes viennent reculer ces limites, et il n'est pas absurde de supposer qu'on puisse un jour effectuer économiquement le transport de la force à plusieurs centaines de kilomètres. *(A suivre.)*

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

FÉVRIER 1900.

Rapport de M. Sauvage sur le compresseur d'air à deux phases de la Compagnie de Fives-Lille.

(Voir *Informations techniques*, 2e section, n° 6.)

Rapport de M. E. Bourdon sur le monte-courroies de M. E. Micault.

Notes de mécanique. — Chargeuse Lentz pour fours à réchauffer. — Machine Baker à faire les vis à bois. — Le pressage de l'acier, d'après M. H. O. Loss. — Appareil pour l'essai des injecteurs installé au laboratoire de mécanique de l'Institut technique de Massachusetts. — Les compteurs d'eau pour faibles débits, d'après M. Shonheyder.

Rapport de M. Violle sur le thermostat régulateur de M. Dorian.

Rapport de M. A. Muntz sur les procédés de mouture et de panification Schweitzer.

La plaine de Caen, par M. Guenaux. — Situation, description, grandes routes, débouchés.

Comparaison du travail à la main et du travail à la machine, par M. E. Levasseur.

Essai des ciments par filtration, par M. Deval.

Production et industrie du caoutchouc. — Étude sur le caoutchouc au Soudan, par M. Hamet. — Sur un procédé d'extraction du caoutchouc contenu dans les écorces, par MM. Arnaud et Verneuil.

ANNALES DES MINES

1re livraison de 1900.

Les automobiles à pétrole. — Essai de description méthodique générale, par M. L. Bochet, Ingénieur des Mines.

Sur la métallographie du fer, par M. F. Osmond.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

JANVIER ET FÉVRIER 1900.

RÉUNION DE SAINT-ÉTIENNE.

Séance du 5 février.

Note sur le métal Delta, par M. Babu.

Communication de M. L. Journolleau sur les Industries métallur-

giques et minières de l'Oural en 1899 (voir *Informations techniques*, 3e série, n° 12).

Note de M. Chesneau, Ingénieur en chef des Mines, sur l'influence des mouvements sismiques sur les dégagements de grisou (voir *Informations techniques*, 3e section, n° 13).

SOCIÉTE INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

Bulletin de Janvier 1900.

Rapport annuel, présenté par M. Robert Hoeffely, secrétaire.

Comptes de recettes et dépenses de la Société industrielle de Mulhouse du 1er janvier au 31 décembre 1899.

Note sur de nombreux essais et perfectionnements du métier à tisser Northrop, par M. O. Schlumberger.

Note sur une machine américaine à rentrer les fils de chaines dans les harnais et dans les peignes, avec un seul ouvrier et par des moyens mécaniques automatiques, par M. V. Schlumberger.

Vaporisage. Aéromètre pour déterminer la quantité d'air en présence dans les cuves de vaporisage, par M. A. Scheurer.

Note sur une cause d'accidents d'impression au rouleau occasionnée par l'eau, par M. J. Depierre.

Note sur un moyen de décoloration de l'albumine du sang, par M. F. Oswald.

Indigo. Sa fixation sur tissu au moyen du zinc en poudre et d'acétone bisulfitée, par M. A. Pellizza.

Note sur une nouvelle méthode de méthylation basée sur l'emploi de l'aldéhyde formique et de l'hydrogène naissant, par M. M. Prud'homme.

INFORMATIONS TECHNIQUES

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Projet d'établissement d'un pont sur le Petit Belt.** — Il a déjà été question, vers 1880, d'établir un pont sur le Petit Belt, détroit qui sépare le Jutland de l'île de Fionie et dont la largeur est très faible par endroits. Ce projet n'eut alors aucune suite. Deux nouveaux projets viennent d'être présentés, l'un avec un pont suspendu, l'autre avec un pont du système cantilever.

Pont suspendu. — Ce projet comporte une travée centrale de 300 *m* de longueur et deux travées voisines de 169,90 *m* chacune ; celles-ci aboutissent, sur chaque rive, à un viaduc composé de trois arches métalliques. La longueur du pont proprement dit serait de 639,20 *m* et celle de l'ouvrage entier de 1 090 *m*.

Les câbles passent sur des tours surmontant les piles et vont s'attacher aux culées. Ces tours ont 37,50 *m* de hauteur au-dessus du tablier. Celui-ci aurait sa partie inférieure à 50 *m* au-dessus du niveau de la mer.

Chaque câble se compose de 9144 fils d'acier d'une résistance de 120 *kg* par millimètre carré et de 4 *mm* de diamètre. Ces fils sont divisés en 127 torons de 72 fils chacun. Les câbles passent sur des selles en acier coulé portant sur les tours par l'intermédiaire de rouleaux également en acier coulé et de 1,50 *m* de longueur, et vont s'attacher à des plaques d'amarrages en acier coulé s'appuyant sur la maçonnerie des culées.

La construction est estimée à 21 millions de francs, dont 7,2 millions pour la superstructure, 9,5 pour l'infrastructure et le reste pour les approches.

Pont en encorbellement. — Dans ce projet il y a une ouverture centrale de 350 *m* et deux latérales de 184 *m* chacune, donnant ainsi une longueur de 718 *m* pour l'ouvrage métallique. Sur chaque pile repose une poutre-console dont une extrémité est ancrée sur la culée et dont l'autre extrémité soutient l'extrémité correspondante d'une poutre droite. Chacune de ces poutres, qui sont en treillis, a 324 *m* de longueur ; la poutre centrale en a 70. Tout l'ouvrage est en métal, y compris les piles. Les approches sont établies comme dans le projet précédent. Le coût de ce projet est estimé à 20 700 000 *f*, dont 8,15 millions pour la superstructure, 5,4 pour l'infrastructure et le reste pour les approches. (*Stahl and Eisen*, 15 février 1900, page 231, article illustré.)

2. — **Pont sur le port de Sydney.** — Nous avons dit quelques mots, dans les *Informations techniques* de juin 1899, page 1064, d'un projet de pont sur le port de Sydney, en Australie. Le gouvernement des Nouvelles-Galles du Sud vient d'ouvrir un concours pour des

projets relatifs à l'exécution de ce travail. Ce concours est ouvert à tout le monde ; il y aura deux prix : l'un de 25 000 *f*, l'autre de 12 500 *f*.

Les projets doivent comporter deux trottoirs, chacun de 3,05 *m* de largeur, deux chaussées de 6,10 *m* chacune ou une seule de 12,20 *m* et un espace de 7,25 *m* pour une double voie de chemin de fer.

Le pont doit être à un seul étage, parce que les rampes nécessitées pour le rachat de la hauteur seraient, dans le cas contraire, une sérieuse objection ; toutefois on admettra les projets qui comporteraient les trottoirs, ou la chaussée, ou même tous les deux, à la partie supérieure, mais non pas les voies ferrées.

Le pont doit n'avoir qu'une seule travée, avec une hauteur libre sous poutres de 55 *m*, tout au moins dans une longueur de 180 *m* au milieu de la portée. L'ouvrage doit être calculé pour porter une surcharge de 630 *kg* par mètre carré de chaussée et de trottoirs ; de plus, la chaussée doit pouvoir supporter une surcharge de 30 *t* répartie sur deux essieux et les voies ferrées des trains composés de trois des plus lourdes locomotives avec leurs tenders et des wagons chargés. Le poids de chaque machine avec son tender sera supposé de 110 *t* sur une longueur de 16,78 *m* et avec une charge de 18 *t* par essieu moteur. Pour les wagons chargés on supposera une charge de 5 000 *kg* par mètre courant. Les projets devront être remis à Sydney le 1er août 1900 au plus tard. On peut obtenir tous renseignements auprès de M. Julian Solomons, agent général du gouvernement des Nouvelles-Galles du Sud, 9. Victoria Street, à Londres. (*Engineering News*, 12 février 1900, page 121.)

3. — **Amélioration de la navigation du Rhin.** — Les travaux d'amélioration exécutés depuis plusieurs années sur le Rhin ont donné des résultats très importants. L'objet de ces travaux était d'assurer un tirant d'eau de 2 *m* entre Bingen et Saint-Goar, de 2,50 *m* de là jusqu'à Cologne et de 3 *m* de Cologne à la frontière néerlandaise. Ce programme est actuellement sensiblement réalisé après 18 années de travaux et un prix d'une dépense de 28 millions de francs.

Avant 1860, la navigation du Rhin s'effectuait principalement au moyen de bateaux en bois d'une longueur maxima de 36 *m*, d'une largeur de 8 *m* et d'une capacité de 300 *t* métriques. C'est à cette époque qu'on commença à faire des bateaux en fer dont les dimensions atteignent actuellement jusqu'à 94 *m* de longueur, 11 *m* de largeur et une capacité de 2 000 *t* ou tirant d'eau de 2,70 *m*. La capacité moyenne des bateaux actuels du Rhin est de 1 500 *tx*.

En 1896 la flotte servant au trafic fluvial comptait 844 vapeurs et 7 645 bateaux, depuis l'effectif s'est encore notablement accru. En 1870 le mouvement des ports du Rhin était de 4 489 000 *t* ; en 1896 il était de 30 252 000 *t*. Le trafic à la frontière hollandaise à Emmerich a atteint en 1892 le chiffre de 12 millions de tonnes (*The Engineering Record*, 3 mars 1900, page 209).

4. — **Conduite d'eau de Coolgardie** (1). — Pour alimenter

(1) Cette note nous paraît compléter utilement les renseignements donnés sur cette question, page 93, par M. Jules Garnier dans son Mémoire sur l'Australie Occidentale inséré au Bulletin de janvier 1900, deuxième quinzaine.

d'eau le district où se trouvent les exploitations d'or de Coolgardie dans l'Australie Occidentale, on fait en ce moment des travaux d'une importance tout à fait extraordinaire dont nous allons chercher à donner une idée.

On ne pouvait compter que sur l'eau de surface et la chute de pluie dans cette région est assez modérée, 0,125 *m* de hauteur annuelle au plus. On a décidé d'établir sur la rivière Helena un réservoir au moyen d'un barrage de 30,50 *m* de hauteur, 200 *m* de longueur et 3,05 *m* d'épaisseur à la crête et 6,10 *m* de largeur et 21 *m* d'épaisseur à la base. Ce réservoir pourra contenir 25 millions de mètres cubes, lesquels, à raison d'une consommation journalière évaluée à 27 000 m^3 représenteraient la quantité nécessaire pour deux ans et demi. Comme la superficie qui alimente le réservoir est de près de 150 000 *ha*, on estime que le réservoir pourrait être rempli par les trois centièmes seulement de la chute de pluie moyenne annuelle.

A Coolgardie, il y aura un autre réservoir de 100 000 m^3. La différence de niveau entre les deux réservoirs est de 400 *m* environ. Il y aura huit stations de pompes.

Pour des considérations qu'il serait trop long de développer ici, on s'est arrêté, comme nous l'avons dit, à un volume journalier de 27 000 m^3. La longueur de la conduite est de 328 milles, soit 528 *km*; cette conduite suit la ligne du chemin de fer. Elle est formée de tuyaux de deux espèces; des tuyaux de 0,787 *m* de diamètre en tôles d'acier de 4,5 à 7,5 *mm* d'épaisseur assemblées par rivets et des tuyaux en acier soudés à recouvrement de 0,660 à 0,734 *m* de diamètre.

La charge totale dans la conduite, différence de niveau et frottement, est de 80 *m* environ. On a dû disposer des joints de dilatation très nombreux, la différence de longueur, pour une différence de température de 41° C, étant de 5/8 pouce pour 100 pieds, ce qui représente 50 *mm* par 100 *m*, mais c'est seulement dans le cas de tuyaux vides, la présence de l'eau maintenant une certaine égalité de température. On a commandé 400 *km* de tuyaux en tôle rivetée et 130 *km* de tuyaux soudés. La fourniture a été adjugée en octobre 1898 à MM. Hoskins pour les tuyaux rivetés et à M. Mephan Ferguson pour les autres.

Actuellement on a achevé les fouilles pour la fondation du barrage et on a commencé la livraison des tuyaux. Des soumissions ont été demandées pour la fourniture des machines élévatoires d'une puissance totale de 6 000 *ch* (*The Engineering Record*, 24 février 1900, page 178).

II^e^ SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, Machines à vapeur, etc.

5. — **Perfectionnements dans les machines à vapeur.** — Dans une communication au groupe de Hambourg de l'Association des ingénieurs allemands, M. G. Behrend a donné des renseignements intéressants sur une disposition de moteur à vapeur permettant d'aug-

menter, dans une proportion considérable, l'utilisation du calorique. Cette disposition est patentée sous le nom de système Behrend-Zimmermann.

Il s'agit d'une machine à vapeur combinée ; le second liquide a d'abord été l'ammoniaque ; on a ensuite adopté l'acide sulfureux qui a, entre autres avantages, celui de ne pas exiger de graissage. La vapeur d'eau travaille dans un premier cylindre et va se condenser dans un condenseur à surface. La vapeur froide, c'est le nom que les auteurs donnent à la seconde vapeur, travaille dans un autre cylindre et se condense dans un condenseur à surface refroidi par de l'eau et le liquide est refoulé dans un vaporisateur qui n'est autre que le premier condenseur à surface.

L'avantage de ce système est moins dans l'accroissement de la différence des températures extrêmes que dans la réduction de la perte de la chaleur latente à la sortie de l'appareil.

Les auteurs estiment qu'une machine dépensant 15 *kg* par cheval, on peut encore obtenir 1 *ch* de la vapeur en sortant. Une machine donnant 3 000 *ch* avec 7,5 *kg* de vapeur par cheval pourrait donner 1 500 *ch* de plus pour la même dépense et un moteur de même puissance dépensant 5 *kg* de vapeur par cheval pourrait donner 1 000 *ch* de plus, ce qui réduirait la consommation par cheval à 3,75 *kg* de vapeur par heure. En somme, plus la machine dépense par unité de puissance, plus on peut obtenir de force supplémentaire de la vapeur qui en sort, ce qui parait logique (*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, 10 mars 1900, page 318).

6. — **Compresseur d'air pour locomotives.** — La Compagnie de Fives-Lille a construit un compresseur d'air pour freins continus porté par la locomotive, qui a fait l'objet d'un rapport de M. Sauvage à la Société d'Encouragement. Les compresseurs ordinairement employés pour cet usage ont le défaut de consommer beaucoup de vapeur.

Le compresseur de la Compagnie de Fives-Lille comporte deux cylindres à air successifs dans lesquels la compression se fait à deux étages, ce qui réduit la variation des efforts par rapport à un cylindre unique. Les cylindres sont munis d'ailettes extérieures pour prévenir l'échauffement de l'air.

Des expériences faites pour constater le rendement de ces compresseurs ont permis de reconnaître qu'ils dépensaient la moitié de la vapeur employée par les compresseurs simples pour produire le même volume d'air à la même pression. Le nouvel appareil opère aussi plus rapidement.

Ces compresseurs, qui offrent de sérieux avantages, ont déjà donné lieu à d'importantes applications sur les chemins de fer (*Société d'Encouragement*, février 1900, page 157, article illustré).

7. — **Nouvelles locomotives américaines.** — Le Chicago and Altona R. R. vient de faire construire un type très puissant de locomotives pour la traction des nouveaux trains express entre Chicago et Saint-Louis, distance 480 *km*.

Ces machines sont du type à huit roues, c'est-à-dire ont deux essieux accouplés et un bogie à deux essieux à l'avant. Elles présentent quelques particularités intéressantes, des freins sur les roues du bogie, ce qui, d'ailleurs, n'est pas nouveau, et l'emploi de l'électricité pour la lanterne d'avant et pour d'autres applications, ainsi il y a sous la chaudière des lampes à incandescence pour faciliter l'inspection et le graissage du mécanisme. Le courant est fourni par une dynamo actionnée par une turbine à vapeur, le tout placé sur le corps cylindrique à l'avant du cab.

La grille a 2,98 m^2 de surface, la chaudière. 16,5 de surface de chauffe directe et 196 de surface tubulaire, total 212,50 m^2, la pression est de 15 *kg*. Les cylindres ont 483 de diamètre et 660 de course, les roues motrices 1,855 *m* de diamètre, leurs essieux sont distants de 2,665 *m* et les essieux extrêmes de 7,57 *m*. La distribution se fait par des tiroirs cylindriques de 0,254 *m* de diamètre. Le corps cylindrique de la chaudière a son axe à 2,73 *m* au-dessus des rails.

Ces machines pèsent 63 500 *kg* dont 41 000 *kg* sur les roues motrices, ce qui fait 20 500 *kg* par essieu. Le tender porté sur deux bogies à quatre roues chacun, contient 12 000 *kg* de charbon et 22 m^3 d'eau, il pèse en charge 53 750 *kg*, ce qui fait 127 250 *kg* pour l'ensemble de la machine et du tender (*Engineer*, 16 février 1900, page 177).

8. — **Chaudières de rechange pour locomotives.** — On sait combien le trafic s'est développé dans ces dernières années sur tous les réseaux de chemins de fer européens. Au point de vue économique, il est donc intéressant de tirer le plus grand parti possible du matériel roulant et principalement des locomotives. Aussi, beaucoup de Compagnies ont été amenées à adopter, sinon d'une manière générale, tout au moins partiellement, la double équipe.

Dans le même ordre d'idées il y a aussi intérêt à obtenir des locomotives le plus grand parcours annuel possible en s'efforçant de diminuer la durée de leur séjour dans les ateliers de réparation. Quoi qu'il en soit, dans l'intérêt d'un bon entretien et d'une bonne économie financière ces machines doivent revenir périodiquement dans les ateliers, soit pour le nettoyage, soit pour une revision partielle, soit enfin pour une revision générale entraînant le remplacement de certaines parties constituantes importantes.

Or, de tous les organes principaux d'une machine, c'est la réparation de la chaudière et surtout le remplacement de la boîte à feu qui nécessitent le séjour le plus prolongé dans les ateliers. Ainsi, d'après un relevé fait par le service de la traction de l'administration des chemins de fer allemands, il faut compter un travail de 190 journées d'ouvrier pour le remplacement d'un foyer en cuivre et la grande réparation d'une chaudière.

Les Ingénieurs allemands se sont donc demandé s'il n'y avait pas moyen de réduire une immobilisation aussi prolongée, et ils ont eu recours à un certain nombre de chaudières de rechange, tenues en réserve dans chaque grand atelier de réparation. Lorsqu'une locomotive vient à l'atelier pour le remplacement de son foyer ou pour subir une

grande réparation à sa chaudière, on enlève celle-ci et on la remplace par celle de réserve. Les points d'attache et de support sur le bâti sont modifiés et disposés pour obtenir ce changement d'une manière à la fois facile et rapide.

A chaque série de machines, dont le type de chaudières est le même pour toute la série, correspondent une ou plusieurs chaudières de rechange, toujours prêtes à fonctionner.

Il faut donc autant de types de chaudières de rechange qu'il y a de séries de locomotives, et lorsque le nombre de séries, comme cela arrive souvent, est nombreux, le nombre de ces chaudières de rechange devient lui-même considérable. C'est là un des inconvénients de ce mode d'opération; mais on peut limiter, il est vrai, le choix aux séries où le nombre des locomotives est le plus considérable et d'un service plus courant. C'est ainsi qu'on opère depuis le milieu de l'année 1898 à la direction de Cassel des chemins de fer allemands.

Une chaudière de rechange, pour la série des locomotives à marchandises à 3 essieux couplés du type normal, a remplacé, en 1899, les chaudières de quatre locomotives dont les foyers et les tubes demandaient à être remplacés.

L'administration, en présence des bons résultats obtenus, paraît décidée à donner de l'extension à ce procédé.

Communiqué par **M. R. Godfernaux.**

III[e] SECTION

Travaux géologiques. — Mines et Métallurgie. Sondages, etc.

9. — **Presse à forger de 10 000 *t.*** — La Kalker Werzeugmaschinen-Fabrik de Kalk, près Cologne, vient de construire deux puissantes presses à forger, l'une pour les forges de Dillingen sur la Sarre, l'autre pour les aciéries d'Obouchoff, à Saint-Pétersbourg. Ces appareils prennent rang parmi les plus puissants qui aient été construits. La pression qu'ils peuvent exercer s'élève en effet à 10 millions de kilogrammes (1).

Ces presses comportent trois cylindres hydrauliques qui avec les traverses en acier qui les réunissent pèsent 330 *t.* Le bloc inférieur formant étampe pèse 880 *t* et a dû être fait en plusieurs parties; et quant à la chabotte, son poids atteint 220 *t.* Les quatre colonnes qui réunissent la base de l'appareil aux cylindres et réagissent contre la pression des pistons de la presse ont 12 *m* de longueur et pèsent 150 *t.*

Les écrous qui assemblent avec elles les différentes pièces sont au nombre de 16, ils ont 1,22 *m* de diamètre et pèsent ensemble 50 000 *kg.*

Ces presses ont une très grande élasticité de puissance en ce que chaque cylindre a sa pompe de compression d'air indépendante, et le tuyautage est disposé de telle sorte qu'on peut faire porter dans les

(1) Voir pour les grandes presses à forger les *Informations techniques* d'avril 1899, p. 651, et de juin 1899, p. 1 072.

presses, une, deux ou trois pompes ; la pression se trouve alors être de 1, 2 ou 3. On peut de même varier à volonté la longueur de la course des pistons des presses et, grâce à ces facilités, celles-ci peuvent être employées à des travaux de genres très variés. A ces presses sont amenées des grues de manutention des blocs et lingots. Aux aciéries d'Obouchoff, il y a, avec la grande presse de 10 000 *t.* deux autres de 2 500 chacune (*The Iron and Coal Trades Review*, 16 mars 1900, page 502, article illustré).

10. — **Fabrication des grosses chaînes de marine.** — Une communication de M. Th. Schöntheil à l'*Institution of Mechanical Engineers*, le 12 février dernier, donne d'intéressants détails sur la fabrication de grosses chaînes que l'Amirauté emploie pour amarrer les navires de guerre aux corps-morts. Ces chaînes sont fabriquées avec le meilleur fer de riblons, elles sont faites par longueur de 10 brasses, 18,30 *m*, chaque maillon ayant 0,315 *m* de longueur extérieure.

Le fer est carré, avec les angles abattus, à 95 *mm* de côté. On chauffe le paquet de riblons dans un four à gaz Siemens et on en fait des barres de 110 *mm* de côté. La barre coupée à la longueur correspondante en maillon et pesant 150 *kg* environ, est chauffée au milieu et cintrée dans une machine hydraulique spéciale exerçant une pression de 215 *t.* Cette machine peut cintrer 40 maillons par jour. Le soudage des maillons est effectué dans une autre presse hydraulique dont le piston a 0,406 *m* de diamètre et qui a une pression de 200 *kg* par centimètre carré ; le bout soudé est achevé à la main. Un bout de 10 brasses de cette chaîne pèse 4 570 *kg*, ce qui fait 247 *kg* par mètre courant. On essaie un maillon sur cinq à une charge de 130 *t*, la charge de rupture étant de 640 environ (*Engineering*, 16 février 1900, page 221.)

11. — **Production de charbon des colonies anglaises.** — Le développement de l'extraction du charbon dans les colonies anglaises a été très rapide depuis dix ans, et il ne semble pas qu'il doive s'arrêter de sitôt. L'Inde et l'Australie font déjà concurrence à l'Angleterre sur les marchés de l'Extrême-Orient, et ont chez elles la houille à meilleur marché que la mère-patrie.

Les chiffres suivants, relatifs à 1888 et 1898 sont intéressants :

	1888	1898
Inde	1 709 000	4 605 000
Nouvelles Galles du Sud	3 203 000	4 706 000
Victoria	8 600	243 000
Tasmanie	41 600	49 100
Nouvelle-Zélande	614 000	907 000
Queensland	311 400	408 000
Natal	25 600	387 000
Cap de Bonne-Espérance	32 800	192 000
Canada	2 602 000	4 173 000
Australie Occidentale	néant	3 250
TOTAUX	8 548 000	15 673 350

(*The Iron and Coal Trades Review*, 5 janvier 1900, page 32.)

12. — **Les industries métallurgiques et minières de l'Oural en 1899.** — En 1899, les hauts fourneaux de l'Oural ont produit 722 000 *t* de fonte contre 700 000 en 1898. La production a doublé par rapport à 1896. La mise en marche de nouveaux hauts fourneaux et la construction de nouvelles usines paraissent devoir porter la production de la présente année à 820 000 *t*.

L'extraction des houillères du versant occidental de l'Oural varie peu: elle oscille depuis 3 à 4 ans autour de 360 000 *t*. Cette stagnation s'explique par la qualité inférieure du charbon qui ne supporte pas les frais du transport à grande distance et limite les débouchés.

La production des salines est également stationnaire aux environs de 360 000 *t*; leur développement est gêné par la concurrence des salines de la Russie méridionale et le renchérissement du combustible bois.

La production de l'or s'est élevée en 1899 à 10 674 *kg*, chiffre assez peu différent de celui de 1898 qui était de 10 016 *kg*.

Pour le platine on compte 6 261 *kg* contre 5 998 *kg* pour l'année précédente. Les prix élevés du platine stimulent les prospections qui se font nombreuses et se poursuivent avec activité (Communication de M. L. Journolleau à la Société de l'Industrie Minérale, Bulletin de janvier, février 1900 de cette Société).

13. — **Influence des mouvements sismiques sur les dégagements de grisou.** — On a fait en 1887 et 1888, à la fosse d'Hérin, de la Compagnie des mines d'Anzin, des observations sismométriques, grisoumétriques et barométriques. Un tromomètre fut installé, vers la fin de 1886, dans une chambre creusée dans le rocher et située à 1 500 *m* environ des travaux en cours.

L'appareil fut mis en service en janvier 1887 et observé deux fois par jour; on opéra, dans le retour d'air, une mesure barométrique chaque matin vers 6 heures; les mesures barométriques furent faites sur le carreau même de la fosse d'Hérin avec un baromètre enregistreur.

M. Chesneau, Ingénieur en chef des Mines, a dressé des graphiques résumant toutes les observations pratiquées pendant dix-huit mois, de janvier 1887 à fin juin 1888. En établissant la comparaison des mouvements microsismiques et des dégagements de grisou, il trouve au total 49 concordances contre 73 discordances. Il résume son opinion par une double conclusion :

1° Les influences (si tant est qu'elles soient réelles) sur le dégagement du grisou, des causes qui échappent à l'action directe des exploitants, comme la pression barométrique et les mouvements du sol, sont plutôt matière à études scientifiques que pratiques.

2° Cette appréciation sur la valeur pratique des observations grisoutosismiques ne s'applique qu'aux mines à dégagement régulier. Des réserves doivent être faites pour les mines à dégagements instantanés.

Les expériences que se propose d'instituer la Société belge de géologie auront l'intérêt tout particulier de permettre d'élucider dans quelle mesure les mouvements sismiques exercent une influence sur le débit des mines à grisou à dégagements instantanés (*Comptes rendus mensuels de l'industrie minérale*, janvier et février 1900, page 6).

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

14. — **La production de l'aluminium en 1899.** — La production de l'aluminium, qui continue à être, aux États-Unis, entre les mains d'une seule compagnie, n'a pas dépassé sensiblement celle de l'année précédente, laquelle avait été de 2 355 000 *kg*.

On a pris des dispositions pour le développement des fabriques et le résultat s'en fera sentir dans le courant de 1900, mais il est regrettable que ce développement n'ait pu avoir lieu déjà l'année dernière, où le haut prix du cuivre et la grande demande pour les applications électriques étaient une occasion favorable qui peut ne plus se représenter de quelque temps.

La production étrangère augmente et il a été établi dans la Grande-Bretagne de nouvelles fabriques qui travaillent avec succès. Les usines françaises se sont également développées et la fabrique de Neuhausen, en Suisse, continue à fournir de grandes quantités.

Les prix de l'aluminium sont restés sans changement pendant presque toute l'année, une légère diminution s'étant produite à la fin. Aux États-Unis, les prix de vente pour le métal n° 1 en lingots à 99 0/0 de métal pur vaut de 3,80 à 4,20 *f* le kilogramme, le n° 2, à 90 0/0 de métal pur vaut de 3,50 à 3,90 *f*, et le métal laminé en feuilles 4,80 *f* et plus, suivant les quantités (*The Engineering and Mining Journal*, 13 janvier 1900, page 50).

15. — **Séparation des éléments constitutifs de l'air à la pression ordinaire.** — Notre Collègue, M. Raoul Pictet, a expérimenté tout récemment un procédé de son invention pour la séparation de l'oxygène et de l'azote de l'air à la pression atmosphérique. Ce procédé consiste à employer comme point de départ une certaine quantité d'air liquide emmagasiné dans des tubes. On refoule à travers cet air un courant d'air atmosphérique sous une pression d'environ 1 *atm*. Cet air se refroidit en traversant le liquide, mais en sortant de celui-ci, il éprouve une sorte de liquation et ses éléments se séparent par ordre de densité et sont recueillis par deux tubes placés à des niveaux différents. L'oxygène, qui est plus dense, passe par le tube inférieur et l'azote par le tube supérieur. L'acide carbonique, s'il en existe en quantité notable, se liquéfie et donne à l'air liquide un aspect laiteux. Dans un appareil de démonstration, on a pu voir un bout de ficelle allumée brûler avec intensité si on le présentait à l'extrémité du tube inférieur et s'éteindre immédiatement devant le tube supérieur.

Avec les installations d'un caractère industriel projetées, avec 500 *ch* de force, on produirait par jour 1 400 m^3 d'oxygène d'une pureté de 50 à 90 0/0 et 2 800 m^3 d'azote. En outre on obtiendrait 700 *kg* d'acide carbonique liquide. L'oxygène et l'acide carbonique auraient un débit commercial assuré.

L'oxygène trouverait des applications pour la production des hautes

températures pour lesquelles la présence de l'azote impose une limite infranchissable. Cette question présente certainement un grand intérêt (*Scientific American*, 10 mars 1900, page 147).

16. — **Précipités des eaux d'égout.** — Les matières déposées dans les bassins de précipitation des eaux d'égout à Francfort-sur-le-Mein, ont été étudiées par le Dr Beckhold, qui donne les résultats de ses expériences dans le *Zeitschrift für angewandte Chemie*, volume 36, page 849. Ses conclusions sont que : 1° les dépôts contiennent un mélange facilement saponifiable de graisses et d'acides gras, une partie de ces derniers étant combinée avec des bases; 2° des analyses faites sur des échantillons de ces matières ont donné une proportion de 2,27 0/0 de graisses, dont 28 0/0 sont des acides gras en combinaison avec des bases; 3° les dépôts frais des bassins contiennent, y compris les acides gras en combinaison, de 3,38 à 26,8 0/0 de graisses, suivant l'endroit et le moment de la prise des échantillons; 4° l'écume flottant sur l'eau des bassins contient jusqu'à 80,3 0/0 de graisses de toute nature; 5° la plus grande partie des matières grasses contenues dans les eaux d'égout se précipite dans le milieu et l'extrémité des bassins; on en trouve relativement peu à l'endroit où l'eau arrive; 6° les résultats des expériences font voir que les eaux d'égout de Francfort entraînent dans une année 700 000 *kg* de graisse en moyenne, ce qui représente 3 1/2 *kg* par habitant; 7° on peut mettre complètement en liberté les acides gras par l'addition d'une forte proportion d'acide, de 35 à 50 0/0; 8° le fer est à l'état de protoxyde dans les dépôts; 9° la matière grasse déposée dans les bassins est réduite en quelques mois à une fraction de sa quantité primitive par l'action des bactéries, la réduction étant plus rapide dans l'obscurité et en été qu'à la lumière et à des températures plus basses. (*The Engineering Record*, 10 février 1900, page 139.)

17. — **Monument à la mémoire d'Oberkampf.** — Les habitants de Jouy-en-Josas viennent d'organiser une souscription pour élever un monument à la mémoire de Christophe Oberkampf (1738-1815), l'inventeur des célèbres toiles de Jouy qui fut en même temps le bienfaiteur de la commune.

Le souvenir d'Oberkampf est resté très vivace dans le pays et, en très peu de temps, le chiffre des souscriptions s'est élevé à 14 000 *f*.

Lorsqu'il vint en France après avoir étudié en Suisse les procédés de fabrication des indiennes, Oberkampf n'avait pour tout capital qu'une somme de 600 *f*, il vint se fixer dans une maison abandonnée, tombant en ruines, à Jouy, tenté à la fois par la proximité de Paris et de Versailles et surtout par la pureté de l'eau de la Bièvre.

Oberkampf triompha de tous les obstacles et, en 1787, Louis XVI érigea en manufacture royale les usines de Jouy. Napoléon Ier s'intéressa également à ces établissements qu'il alla visiter et dont il décora le propriétaire. Malheureusement, l'invasion des alliés interrompit cette ère de prospérité, l'ennemi incendia tous les bâtiments et Oberkampf, à moitié ruiné, mourut de chagrin en 1815.

Il avait doté Jouy d'écoles, assaini le pays qui auparavant était ma-

récageux, enrichi le bureau de bienfaisance, et construit sur la Bièvre le pont d'Austerlitz, qui subsiste toujours.

C'est en face de la nouvelle mairie, récemment installée dans la maison où mourut Oberkampf, que s'élèvera le monument à la mémoire du célèbre manufacturier. (*Moniteur des fils et tissus*, 20 mars 1900, page 208.)

Ve SECTION

Électricité.

18. — **Une station centrale de 100 000 ch.** — Nous avons parlé dans les *Informations techniques* de mars, de la station centrale de la New-York Gas and Electric Light, Heat and Power Company.

Le Third Avenue Railroad, dans la même ville, fait construire une station centrale de dimensions à peu près aussi grandes. Voici les divers éléments de la puissance motrice de cette station.

Nombre de chaudières.	60
Puissance normale de chacune.	520 *ch*
Puissance normale totale	31 200 *ch*
Surface de chauffe totale.	2 902 m^2
Pression de la vapeur.	14,2 *kg*
Nombre de machines à vapeur	16
Diamètre des cylindres haute pression . .	1,306 *m*
Diamètre des cylindres basse pression. . .	2,442 *m*
Nombre de tours par minute.	75
Surface totale des pistons haute pression .	17,15 m^2
Surface totale des pistons basse pression. .	59,95 m^2
Surface totale des pistons	77,10 m^2
Puissance normale de chaque machine . .	4 500 *ch*
Puissance normale totale.	72 000 *ch*
Puissance maximum de chaque machine .	7 000 *ch*
Puissance maximum totale.	112 000 *ch*
Rapport de la puissance maximum à la puissance normale	1,56

En somme l'installation peut soutenir une puissance continue de 100 000 *ch*. A ce taux, la consommation de combustible atteindrait le chiffre de 70 *t* à l'heure. On peut se faire une idée de la dimension des machines en pensant que si tous les pistons étaient concentrés en un seul de surface équivalente aux 32 pistons des 16 machines, ce piston unique ne devrait pas avoir moins de 9,90 *m* de diamètre. Les chaudières sont du système Babcock et Wilcox; elles occupent deux étages du bâtiment et sont munies d'appareils mécaniques de chauffage de Roney et de systèmes automatiques pour amener le charbon et enlever les escarbilles. (*American Engineer and Railroad Journal*, mars 1900, page 89).

19. — **La traction électrique sur la ligne du Giovi.** — Le gouvernement italien vient d'approuver le projet présenté par la Société des Chemins de fer de la Méditerranée pour l'emploi de la traction électrique entre Sampierdarena et Ronco par les deux tunnels du Giovi. Ce système de traction permettra, avec l'emploi du block à courtes sections, le départ simultané de plusieurs trains.

Avec la traction à vapeur, on peut faire passer par jour sur cette ligne au maximum 49 trains de marchandises et 15 de voyageurs; avec la traction électrique, on pourra faire passer, avec complète sécurité, 95 trains de marchandises de 20 wagons chacun par la ligne succursale et un nombre de trains de voyageurs bien supérieur à ce qu'on obtient aujourd'hui par l'ancienne ligne. Ces 95 trains de marchandises pourraient se composer de 32 wagons si on employait la double traction et, dans ce cas, le mouvement journalier atteindrait le chiffre considérable de 3 040 wagons de marchandises.

Le projet comprend l'établissement à Sampierdarena d'une station centrale à vapeur produisant un courant triphasé à haute tension qui serait conduit par conducteurs aériens aux deux sous-stations de Mignanego et de Ronco, dans lesquelles ce courant serait transformé en courant continu à 700 volts et envoyé dans les conducteurs de service de la ligne.

Il y aurait 23 locomotives électriques du poids de 40 *t* et de la puissance de 544 *ch* pour les trains de marchandises et de 846 *ch* pour les trains de voyageurs, lesquelles suffiraient pour le service, y compris les réserves. Ce matériel suffira pour les besoins du port de Gênes pendant environ huit années, et donnera le temps d'étudier et d'exécuter un nouveau passage à travers les Apennins. *(L'ingegneria Civile et le Arti Industriali*, 4 mars 1900, page 13).

20. — **Transport de force hydraulique et électrique.** — On peut citer, comme entreprise intéressante, le transport de force que s'occupe de réaliser la Pike's Peak Power Company, entre Beaver Creek et les usines métallurgiques de la Gold Coin Mining and Leasing Company, dans le district de Cripple Creek, au Colorado.

On se propose d'utiliser une chute totale de 700 *m* au moyen d'une conduite de 1 800 *m* de longueur débitant assez d'eau pour fournir une puissance de 5 000 *ch*. Cette puissance sera divisée en deux stations dont la première utilisera une chute de 350 *m*. L'eau qui aura actionné une première série de moteurs passera dans une autre conduite pour aller agir sur une seconde série placée à 350 *m* plus bas.

Le matériel de la première station qui est en cours de construction comprend une conduite en tôles d'acier assemblées par rivets de 976 *m* de longueur, 0,736 *m* de diamètre et d'une épaisseur variant de 4,5 à 7,5 *mm*. Il y aura quatre génératrices de 375 kilowatts chacune tournant à 450 tours par minute, reliées directement chacune à deux roues Pelton de 1,75 *m* de diamètre. *(Electrical World and Engineer*, 17 mars 1900, page 402).

21. — **Embrayage magnétique.** — A l'occasion de l'article paru sous ce titre dans les *Informations techniques* de mars, 1re quinzaine,

page 172, notre Collègue M. A. de Bovet nous informe que l'embrayage magnétique décrit dans cet article et indiqué comme étant du système Arnold, lui paraît n'être qu'une copie du système qu'il a lui, M. de Bovet, imaginé et appliqué antérieurement. Il a envoyé à ce sujet une lettre de réclamation au *Street Railway Journal*, une des principales parmi les publications américaines qui ont parlé de l'embrayage Arnold. Nous sommes heureux de donner satisfaction à la réclamation de notre Collègue, mais nous profitons de l'occasion pour déclarer que nous déclinons toute responsabilité pour les opinions ou faits énoncés dans les articles que nous empruntons à d'autres publications; nous garantissons l'exactitude de la traduction ou du résumé que nous faisons de ces articles, mais nous ne saurions faire plus.

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

Ire SECTION

Les Ports de l'Amérique du Nord sur l'Atlantique. — Les Ports canadiens, par MM. le baron QUINETTE DE ROCHEMONT et VÉTILLART.

MM. le baron de Richemont et Vétillart ont entrepris sur les ports maritimes de l'Amérique du Nord une série de monographies dont la premiere, relative aux ports canadiens, a déjà paru. M. de Rochemont s'est donné pour tâche de faire connaître en France les ports étrangers et tous les Ingénieurs ont lu ses études sur la Clyde, la Mersey, les côtes d'Allemagne et de Hollande.

Plus ignorés en Europe sont les ports du Canada, ou plutôt étaient ignorés, car la magistrale étude dont nous avons à rendre compte les fait connaître dans tous leurs détails techniques et administratifs. Montréal et Québec les métropoles, Saint-John, Halifax dont l'Angleterre a fait l'un des principaux points d'appui de ses flottes pour leur assurer l'hégémonie, sont les sujets de descriptions et de renseignements plus complets que ce que nous possédons sur nos propres ports. Le fameux chemin de fer pour navires de Chignecto, malheureusement inachevé, les canaux, l'éclairage et le balisage des côtes complètent cet ensemble de documents des plus précieux.

Il serait à désirer que pour tous les pays nous eussions des travaux de cette nature. Peut-être, à étudier les ressources du commerce maritime des autres nations, apprendrions-nous à enrayer le mouvement de décadence du nôtre.

C. DE CORDEMOY.

IVe SECTION

Leçons d'optique géométrique, par M. E. WALLON, ancien élève de l'Ecole normale supérieure (1).

M. Wallon est l'auteur d'ouvrages appréciés sur les objectifs photographiques. Son nouveau livre reproduit le cours qu'il professe aux élèves de mathématiques spéciales du lycée Janson de Sailly; il est extrêmement clair et bien ordonné.

On connait le sujet pour l'avoir étudié plus ou moins sur les bancs du collège. Je me bornerai donc à signaler les principales améliorations ou additions introduites dans le cours de M. Wallon.

Dans le premier chapitre, l'auteur décrit les phénomènes des images par petite ouverture; sans en donner l'explication complète, il indique

(1) Un volume in-8° de 6-342 p. avec 169 fig. Gauthier-Villars. Prix : 9 *f*.

comment ces phénomènes se rattachent à la théorie des ondulations, et pourquoi la lumière peut franchir un obstacle de petites dimensions interposé entre le point lumineux et le point éclairé : d'où la nécessité de modifier l'antique définition du rayon lumineux. C'est ce que fait M. Wallon en s'appuyant sur les principes d'Huyghens et de Fresnel. J'estime que cette façon de procéder rend l'enseignement plus intéressant, en même temps que plus exact.

Le chapitre II est consacré à la photométrie. A côté de la carcel, l'auteur signale les nouveaux étalons, tels que l'unité Violle et l'unité Hefner, qui est devenue l'étalon légal allemand. Quant aux photomètres, il se borne à décrire ceux dont la théorie n'exige pas l'intervention de l'optique physique.

Des chapitres III à VII, qui traitent de la réflexion et de la réfraction, je dirai seulement que M. Wallon introduit, dès le début, une convention de signes qui donne un caractère général aux formules établies dans des cas particuliers; la discussion de ces formules est réunie dans des tableaux qui permettent d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble des cas spéciaux. Avec cette méthode, les généralisations sont aisées : c'est ainsi que l'auteur peut traiter, en quelques pages, la réfraction par un système quelconque de surfaces sphériques centrées infiniment voisines, la réfraction par les lentilles épaisses, etc.

Le chapitre VIII est consacré à la dispersion, à la théorie de la coloration des corps et à l'analyse spectrale.

Le chapitre IX résout le problème général de l'achromatisme, avec application au calcul des objectifs astronomiques.

Le chapitre X traite de l'œil et de la vision; il donne quelques notions sur la perception des couleurs. sur la méthode, dite indirecte, pour les photographier, et sur la loi des contrastes simultanés de Chevreul.

Le chapitre XI s'occupe des instruments d'optique. La puissance et le grossissement sont définis d'une manière générale et précise, d'après les travaux de MM. Guebhard et Gariel; il en est de même pour le champ et pour la clarté. L'auteur donne aussi quelques notions sur le pouvoir séparateur, qualité essentielle dans le microscope et la lunette astronomique; l'étude complète du pouvoir séparateur relève de l'optique dite supérieure, puisqu'il faut tenir compte des phénomènes de diffraction.

Le chapitre XII expose les procédés de mesures des indices de réfraction. L'auteur ne se borne pas aux méthodes anciennes; il indique aussi les méthodes du duc de Chaulnes et de Bertin pour les solides et les liquides, de Le Roux pour les gaz; à côté de la loi classique de Newton, il signale celle de Gladstone.

Le chapitre XIII décrit les méthodes pour mesurer la vitesse de propagation de la lumière.

Le chapitre XIV est consacré à quelques compléments sur des questions traitées en conférences. M. Wallon donne des démonstrations simples des théorèmes de Gergonne et de Sturm, qui servent de base à l'étude de la formation des images par un système quelconque de surfaces réfléchissantes et réfringentes. Il généralise la théorie des len-

tilles épaisses, qui se prêtent d'ailleurs beaucoup mieux à la généralisation que les lentilles minces, et démontre que tout système centré formé de dioptres et de surfaces réfléchissantes et réfringentes peu être ramené à une lentille épaisse unique. Enfin, il étudie l'aplanétisme des lentilles, d'après Herschel, ainsi que les loupes et oculaires composés.

Je le répète, cet ouvrage est très clair, très méthodique, d'une lecture facile. A coté de cet éloge mérité, je n'hésite pas à formuler une critique. Ces leçons, dit l'auteur, sont la reproduction de son cours, tel qu'il est professé ; or, elles comportent 310 pages, compléments à part. Si l'on donne aujourd'hui le même développement à la chaleur, à l'acoustique, à l'électricité, ce n'était vraiment pas la peine de tant crier au surmenage. De grâce, un peu moins de physique et un peu plus d'exercices physiques pour les pauvres candidats.

R. Soreau.

OUVRAGES REÇUS

Du 16 mars au 6 avril 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Chemins de fer et Tramways.

CADIOT (E.-H.). — *Frein à air comprimé par compresseur sur l'essieu ou par moteur électrique indépendant système Standard Air Brake C°. E.-H. Cadiot et C^ie^, concessionnaires* (Extrait de l'Éclairage électrique du 6 mai 1899) (in-4°, 280 × 220 de 8 p.). Paris, E.-H. Cadiot et C^ie^. 39653

Exposition universelle de 1900. Liste des objets exposés par les chemins de fer de l'État Russe. Groupe VI. Classes 28, 29 et 32. (Ministère des voies de communication. Administration des chemins de fer de l'Empire) (in-8°, 205 × 140 de 59 p.). Kiéve. 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39629

MURPHY (M.). — *Report in the Subsidized Railway and other Public Works in the Province of Nova Scotia, for the Year ending September, 30, 1899*, by Martin Murphy (in-8°, 240 × 165 de 24-XLVIII p.). Halifax, 1900. 39656

Revue générale des Chemins de fer et des Tramways. Table générale du 1^er^ juillet 1878 au 1^er^ janvier 1900. 1° Table analytique des matières; 2° Table alphabétique par noms d'auteurs (in-4°, 320 × 225 de 116 p.). Paris, V^e^ Ch. Dunod, 1900. 39655

SCHLEMMER (G.) et BONNEAU (H.). — *Recueil de documents relatifs à l'Histoire parlementaire des chemins de fer français. Principaux discours aux Chambres. Exposés des motifs des Projets de lois. Rapports, etc.*, par G. Schlemmer et H. Bonneau (in-8°, 270 × 180 de 686-IV p.). Paris, V^e^ Ch. Dunod, 1898 (Don de M. L. Périssé, M. de la S.). 39640

Chimie.

FREMY, JOLY (A.) et VÈZES (M.). — *Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. Fremy. Tome III. Métaux. 17^e^ cahier. Platine et Métaux qui l'accompagnent. 1^er^ Fascicule. Osmium et Ruthénium*, par MM. A. Joly et M. Vèzes (in-8°, 245 × 160 de 256 p.). Paris, V^e^ Ch. Dunod, 1900. 39652

JAUBERT (G.-F.). — *Produits aromatiques artificiels et naturels*, par George-F. Jaubert (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 115 de 170 p.). Paris, Gauthier-Villars, Masson et C^ie^, 1900 (Don de l'éditeur). 39624

Construction des machines.

Compte rendu des séances du 23e Congrès des Ingénieurs en chef des Associations de Propriétaires d'appareils à vapeur, tenu à Paris en 1899 (in-8°, 250 × 155 de 184 p. avec 14 pl.). Paris, E. Capiomont et Cie (Don de M. Compère, M. de la S.). 39630

Coré (F.). — *Guide commercial des constructeurs-mécaniciens, des fabricants et des chefs d'industrie*, par F. Coré (in-8°, 225 × 140 de XIV-448-115 p.). Paris, au Cabinet industriel, 1878 (Don de M. L. Périssé, M. de la S.). 39638

Économie politique et sociale.

Annuaire statistique de la France, XIXe volume, 1899. (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail. Bureau de la statistique générale) (in-8°, 275 × 180 de XXXI-616 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39617

Bulletin de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail. Année 1900. N° 12 (in-8°, 240 × 150 de 277 p.). Paris, au siège de l'Association, 1900. 39647

Résultats statistiques du recensement des industries et professions (dénombrement général de la population du 29 mars 1896). Tome II. Région du Sud-Est. 27 départements. (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail. Service du recensement professionnel) (in-4°, 270 × 220 de 803 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1900. 39618

Électricité.

Chevrier (G.). — *Pratique industrielle des courants alternatifs (courants monophasés)*, par G. Chevrier (Bibliothèque technique) (in-8°, 220 × 130 de II-268 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1900 (Don des éditeurs). 39642

Géologie et Sciences naturelles diverses.

Böse (Dr. E.). — *Boletin del Instituto geológico de México. Num. 13. Geologia de los Alrededores de Orizaba con un perfil de la vertiente de la Mesa Central*, por el Dr. Emilio Böse (in-4°, 330 × 240 de 52 p. avec 1 pl.). México, Oficina Tip. de la Secretaria de Fomento, 1899. 39635

Législation.

Medlemsfortégnelse Love M. V. for den Norske Ingenior-og Arkitektorening og den Polytekniske Forening 1900 (in-16, 160 × 115 de 72 p.). Kristiania, 1900. 39634

The Institution of Mechanical Engineers. List of Members. February 1900. Articles and By-Laws (in-8°, 215 × 140 de 150 p.). 39636

Výroční zpráva Spolku architectův a inženýrů v Království Českém za rok 1899, podaná XXXV. výroční valné hromadě dne 8. dubna 1900 (in-8°, 210 × 130 de 60 p.). V. Praze, 1900. 39650

Métallurgie et Mines.

Baclé (L.). — *Les plaques de blindage*, par L. Baclé. (Extrait du Bulletin de la Société d'Encouragement de novembre et décembre 1899, revu et complété en février 1900) (in-4°, 280 × 230 de 235 p. avec 197 fig.). Paris, Ve Ch. Dunod, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39657

Bilharz (O.). — *Valeur et importance de l'Invention de John Price Wetherell « Procédé et appareils pour la préparation magnétique des minerais », jugée au point de vue minier*, par O. Bilharz (in-8°, 265 × 185 de 9 p.). Frankfurt A. M. Metallurgische Gesellschaft A. G. 1899 (Don de M. Maurice Bigillion). 39643

Recueils statistiques sur les métaux suivants: Plomb, cuivre, zinc, étain, argent, nickel, aluminium et mercure établis par la Metallgesellschaft et la Metallurgische Gesellschaft A. G. 6e année (in-4°, 275 × 215 de 35 p.). Francfort-sur-Mein, 1899 (Don de M. Maurice Bigillion). 39644

Statistique de l'Industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1898, avec un Appendice contenant la statistique minérale internationale (Ministère des Travaux publics. Direction des Routes, de la Navigation et des Mines. Division des Mines) (in-4°, 310 × 230 de XXII-370 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39623

Thallner (O.), Rosambert (Ch.). — *L'acier à outils. Manuel traitant de l'acier à outils en général, de la façon de le traiter au cours des opérations du forgeage, du recuit, de la trempe et des appareils employés à cet effet, à l'usage des métallurgistes, des fabricants et chefs d'atelier*, par O. Thallner. Traduit de l'allemand par Ch. Rosambert (in-8°, 225 × 150 de 204-16 p.). Paris, Ch. Béranger, 1900 (Don de M. Ch. Rosambert, M. de la S.). 39641

Navigation aérienne, intérieure, maritime.

Bulletin de l'Association technique maritime. N° 10. Session de 1899 (in-8°, 270 × 175 de XLV-330 p. avec 14 pl.). Paris, Gauthier-Villars, 1899. 39619

Dex (L.). et Dibos (M.). — *Navigation aérienne au long cours. Description d'un aérostat des essais suivant la méthode Dex-Dibos* (une brochure manuscrite de 85 p. avec 3 feuilles de dessins) (Don de M. Maurice Dibos, M. de la S.). 39649

Lloyd's Register of British and Foreign Shipping. — Statistical Tables for 1899 (in-4°, 330 × 250 de 4 p.). — *Shipbuilding at home and abroad in 1899* (in-4°, 325 × 210 de 8 p.). — *Returns of Wessels, Totally List, Condemned, etc., ist July 30th September 1899* (in-4°, 330 × 210 de 11 p.). (Don de M. J. de Cordemoy, M. de la S.). 39620 à 39622

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Seine. Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1896 et Résumé des observations centralisées (in-folio, 450 × 285 de 7 feuilles, et in-8°, 260 × 170 de 56 p.). Versailles, Aubert, 1897 39631 et 39632

Sciences mathématiques.

HARTMANN (L.). — *Distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts*, par L. Hartmann (in-8°, 225 × 140 de 201 p. avec 187 fig. et 7 pl.). Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1896 (Don de M. L. Périssé, M. de la S.). 39639

JULLY (A.). — *Éléments de géométrie expérimentale*, par A. Jully (in-18, 190 × 125 de 236 p. avec 141 fig.). Paris, Belin frères, 1890 (Don de M. L. Périssé, M. de la S.). 39637

Technologie générale.

Atti della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. Anno XXXIII. 1899, N° 39 della Serie completa degli Atti (in-4°, 350 × 250 de 123 p. avec 14 pl.). Torino, Camillo e Bertolero, 1899. 39645

LUCAS (Ch.). — *Notes sur les Palais de l'Exposition de Paris en 1900*, par Ch. Lucas (Extract from the Journal of the Royal Institute of British Architects. Third Series Vol. VII. N° 8) (in-4°. 295 × 220, pages 149 à 169). London, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39654

TARIDE (A.). — *Exposition universelle de 1900, Plan général*. A. Taride, éditeur (une feuille 545 × 690). Paris, A. Taride. 39646

Ville de Paris. Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour les années 1896, 1897 et 1898 (3 vol. in-18, 150 × 95). Paris, Gauthier-Villars, 1896-1898 (Don de l'éditeur). 39625 à 39627

Ville de Paris. Annuaire de l'Observatoire municipal de Paris, dit Observatoire de Montsouris, pour l'année 1899 (1 vol. in-18, 150 × 95) Paris, Gauthier-Villars, 1899 (Don de l'éditeur). 39628

Travaux publics.

SAGERET. — *Annuaire du Bâtiment, des Travaux publics et des Arts industriels. 91e année. 1900* (in-8°, 220 × 140 de LXIV-2 294 p.). Paris, 1900. 39651

Stérilisation des eaux alimentaires. Procédé Bergé (in-8°, 240 × 155 de 23 p.). Paris, Chaix (Don de la Société de stérilisation des eaux, Procédé Bergé). 39648

DISCOURS PRONONCÉ AUX OBSÈQUES

DE

M. E.-A. PÉRIGNON

MEMBRE DU COMITÉ

le 13 mars 1900

PAR

M. L. SALOMON

VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ

MESSIEURS,

La Société des Ingénieurs Civils de France perd en M. Eugène-Anatole Pérignon un de ses membres les plus estimés et les plus aimés.

Sorti de l'École Centrale des Arts et Manufactures en 1853, il était reçu Membre de la Société dès l'année 1857.

En cette même année il faisait part à ses Collègues des résultats de ses études techniques par des communications successives sur le vaisseau *Great Eastern*, le labourage à vapeur, les locomotives sur rails, la locomotive routière Boydelle.

Dans les années qui suivirent, M. Pérignon collabora avec nos anciens et éminents Collègues Laurens et Thomas et créa, de concert avec eux, un type de chaudière à vapeur à foyer amovible, type reproduit dès lors à un grand nombre d'exemplaires et que d'excellents constructeurs conservent encore pour leurs locomobiles et machines mi-fixe.

Navigateur par goût personnel, M. Pérignon porta son activité sur les questions maritimes pour ne plus les abandonner. De 1863 à 1892, il se fit construire successivement une dizaine de yachts, sur des programmes et des plans d'ensemble établis par lui, étudiant spécialement les machines et leur appliquant les plus récents perfectionnements; sur son yacht *Croissy-Vernon*, construit en 1865, les manivelles étaient diamétralement opposées, de telle sorte que les pièces en mouvement s'équilibraient et ne produisaient plus de trépidations; en 1868, le système compound fut appliqué à son yacht *Fauvette I.*

Sa communication à notre Société sur « les Machines marines à l'Exposition de 1867 » et sa compétence reconnue le firent nommer rapporteur du Jury des classes de la Navigation aux Expositions universelles de 1878 et 1889.

Les rapports de M. Pérignon resteront des documents toujours utiles à consulter. Nous pouvions espérer quelque communication profitable à propos de l'Exposition de 1900 à laquelle il participait, comme membre de la Commission d'organisation du Congrès international d'architecture et de construction navales.

Toujours préoccupé des progrès de l'industrie française, notre Collègue suivait attentivement les succès de nos constructeurs d'automobiles; possédant sur ce sujet une expérience personnelle, il voulut bien, à l'occasion du cinquantenaire de la Société, se charger d'écrire le Mémoire sur l'automobilisme.

Désigné à ses Collègues par tant de titres, M. Pérignon fut Membre de notre Comité en 1896, 1898, 1899, 1900. Ses avis judicieux, résultant d'une égale expérience des affaires et des hommes, y furent toujours écoutés.

Nous savions tous combien il s'intéressait à la Société et nous n'oublierons pas que lors de notre installation, rue Blanche, il avait libéralement offert de loger provisoirement la Société dans un de ses immeubles, si notre nouvel hôtel n'était pas achevé en temps convenable.

Je ne puis me borner à rappeler la carrière d'Ingénieur de notre Collègue; je dois rappeler qu'en lui se trouvait un marin aussi vaillant qu'expérimenté.

En février 1875, le mauvais temps l'ayant obligé de regagner le port de Cannes, il y est informé qu'un navire d'émigrants italiens vient de s'échouer sur des rochers au large de l'île de Saint-Honorat. Malgré les périls de l'entreprise, M. Pérignon reprend la mer et, en deux voyages, sauve 300 émigrants qu'il ramène à Cannes, malgré le roulis inquiétant qu'éprouve *la Fauvette* sous une charge pour laquelle elle n'était pas construite.

Ce courageux dévouement valut à M. Pérignon la grande médaille d'or de sauvetage du Ministère de la Marine, une médaille d'or du Cercle de la Voile, puis ultérieurement la croix de la Légion d'honneur, croix que ses travaux d'Ingénieur eussent d'ailleurs justifiée.

Adieu, cher et honoré Collègue, la Société des Ingénieurs Civils conservera précieusement votre mémoire.

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 16 MARS 1900

PRÉSIDENCE DE M. CANET, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès de plusieurs de nos Collègues :

M. A. Lagrafel, ancien élève de l'École Centrale (1844), Membre de la Société depuis 1896, ancien Ingénieur de la Compagnie de navigation à vapeur Fraissinet et Cie; M. Lagrafel avait étudié et créé, de concert avec notre Collègue, M. d'Allest, un type de chaudière qui porte leur nom et qui est encore fréquemment employée dans les constructions navales;

M. Pol Lefèvre, ancien élève de l'École Polytechnique, Membre de la Société depuis 1888. A été Ingénieur des poudres et salpêtres; était en dernier lieu Ingénieur, sous-chef de l'exploitation aux chemins de fer de l'Ouest, chevalier de la Légion d'honneur;

Et enfin :

M. E.-A. Pérignon, ancien élève de l'École Centrale (1853). Chevalier de la Légion d'honneur; Membre de la Société depuis 1857; Membre du Comité en 1896, 1898, 1899 et 1900. Membre et rapporteur du Jury des classes de la navigation aux Expositions universelles de 1878 et de 1889; Membre de la Commission d'organisation du Congrès international d'Architecture et de Constructions navales de 1900;

M. Pérignon obtint, en 1875, du Ministère de la Marine, la grande médaille d'or de sauvetage; du cercle de la voile une médaille d'or et plus tard la croix de chevalier de la Légion d'honneur, pour un sauvetage qu'il opéra, avec son yacht *la Fauvette*, dans les conditions suivantes : Pendant l'hiver de 1875, *la Fauvette* se trouvait en Méditerranée, fuyant le mauvais temps, quand M. Pérignon fut avisé qu'un navire d'émigrants italiens venait de s'échouer sur des rochers au large de l'île Saint-Honorat. M. Pérignon appareilla de nouveau, se rendit deux fois sur le lieu du sinistre et réussit à sauver la plus grande partie des naufragés, en les transportant à son bord à l'aide de ses embarcations. Plus de 300 émigrants furent ainsi ramenés à Cannes par *la Fauvette*.

M. Pérignon fit à la Société plusieurs communications qui sont insérées au Bulletin : Note sur le Great Eastern (1857). — Labourage à vapeur (1857). — Locomotives à vapeur (1857). — Locomotives routières, système Boydelle (1857). — Machines marines à l'Exposition Universelle de 1867 (1867), et dans le volume publié à l'occasion du Cinquantenaire de la Société se trouve un mémoire de M. Pérignon sur l'Automobilisme.

En outre, nous possédons à la bibliothèque les ouvrages suivants : *Locomobile-wagon et machine demi-fixe munies de chaudières à foyer amovible*, de MM. Laurens, Thomas et Pérignon (1861). — *Matériel de la navigation et du sauvetage à l'Exposition Universelle de 1889* (Rapport par E.-A. Pérignon).

Lors de la période de construction de notre nouvel Hôtel, M. Pérignon avait offert de mettre gratuitement à la disposition de la Société un de ses immeubles, dans le cas où les travaux n'auraient pas été assez avancés pour nous permettre de nous installer rue Blanche.

Les obsèques de M. Pérignon ont eu lieu le mardi 13 mars, et M. Salomon, Vice-Président, a prononcé sur sa tombe un discours au nom de la Société.

Par suite de ce décès, il y a lieu de pourvoir au remplacement de M. Pérignon comme Membre du Comité.

L'article 11 du règlement intérieur dit que :

« Si un Membre du Comité est démissionnaire ou s'il meurt, les Membres de la Société sont prévenus huit jours avant la plus prochaine réunion bi-mensuelle pour procéder à l'élection d'un nouveau Membre. »

M. Pérignon étant décédé le 10 mars et la Société n'en ayant été avisée que le 12, il était impossible de prévenir la Société avant la séance du vendredi 16 mars.

En conséquence, les opérations de son remplacement au Comité auront lieu dans la séance du 6 avril.

M. le Président a le plaisir d'informer la Société que l'Iron and Steel Institute nous fait connaître que son Conseil vient de décerner à notre Collègue, M. Henri de Wendel, la grande médaille d'or Bessemer pour 1900.

Il adresse à notre Collègue ses plus sincères félicitations.

M. le Président fait connaître que M. le Ministre des Travaux publics a institué, à la date du 24 février 1900, une Commission en vue de l'étude des différentes questions que soulève l'application de la traction électrique aux grands réseaux de chemins de fer en exploitation.

Cette Commission, dont le Président est M. Berthelot, député, Membre honoraire de la Société, se compose de vingt-huit membres, parmi lesquels nos Collègues : MM. G. Dumont, R. Picou, E. Sartiaux, Pochet et Mazen.

M. le Président a le plaisir d'informer la Société que M. Sauvelet, Membre de la Société, dont l'admission a été tout récemment prononcée, nous a fait un don de 100 *f*. Il adresse à notre Collègue ses plus vifs remerciements.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance, liste qui figurera au prochain Bulletin.

Parmi ces ouvrages, M. le Président signale plus spécialement l'*Album historique, géographique, industriel et commercial de l'État du Para (Brésil)*, qui nous a été remis par M. le docteur Demetrio Ribeiro, au nom de M. le gouverneur de l'État du Para.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que la visite de l'usine Clément à Levallois-Perret aura lieu demain samedi à 2 heures et demie.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Lavezzari sur les *Appareils de signaux, système Tins-Lavezzari appliqués sur le chemin de fer électrique de l'Exposition.*

M. Lavezzari a expliqué le mécanisme des appareils en question, qui se composent de disques-sémaphores à action électrique successivement ouverts par un poste et fermés par le poste suivant. Ces explications, rendues très claires par des dessins schématiques, ont été complétées par le fonctionnement des appareils eux-mêmes.

M. LE PRÉSIDENT, après avoir demandé quelques explications complémentaires, félicite M. Lavezzari et le remercie d'avoir eu la bonne pensée de faire la présentation de ses appareils à la Société avant leur mise en service.

M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. H. Casevitz pour sa communication sur la *Télégraphie sous-marine en France*.

M. H. Casevitz, après avoir fait un historique de la question, a montré, par des statistiques, la marche ascendante de l'industrie de la fabrication et de la pose des câbles sous-marins en France depuis quelques années.

Il a traité ensuite des conditions que doit remplir le câble télégraphique immergé, et a montré comment étaient constitués ceux qui ont été fabriqués et posés ces dernières années par la Société Industrielle des Téléphones ; il a fait ressortir les précautions à prendre dans la fabrication, l'embarquement, le choix des atterrissages, la pose et la recherche par la drague des câbles brisés.

Sa communication a été complétée fort heureusement par un grand choix de projections des plus intéressantes.

M. LE PRÉSIDENT félicite M. Casevitz de son très intéressant travail et lui adresse les remerciements de nos Collègues. Sur sa demande, M. Casevitz explique comment on arrive à faire les épissures en pleine mer.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. J. Aubry, Ch.-A. Brière, Ed. Chaboche, G. Dorian, J. Faivre, Z. Heryngfet, L.-Ch.-R. Hommen, A. Howatson, J.-H. Nougués, L. Revel-Mouroz et L. Saint-Martin comme Membres Sociétaires et de

MM. G. Chalus et P. Guérin comme Membres Associés.

Sont admis comme Membres Sociétaires, MM. :

A. Bergé,	présenté par MM.	De Naeyer, L. Gérard, Stein.
E.-L. Bertrand,	—	Thomine, Lartigue, H. Luchaire.
G. Brunet,	—	Llatas, de Madrid Davila, Serrat y Bonastre.
M. Chabalier,	—	Bouchet, Guenée, Tixier.
Ch.-V. Desserrey,	—	Cousin, de Perrodil, Pierrel.
F.-P.-L. Doutre,	—	Dulac, Haguet, Lartigue.
G.-F.-J. Hanrez,	—	Droit, Hanrez, Ramaeckers.
Ch.-A. Le Marchand,	—	A. Dupont, Evers, Le Magnen.
L.-V.-A. Michon,	—	E. Coignet, P. Grosselin, Michon.
J.-E. Roullié,	—	Brulé, Derennes, Fremont.
B. Roustan,	—	Bartissol, J. Robert, Patrouix.
Th. Sterné,	—	A. Berthon, Fayollet, Taillandier.
G. Weissmann,	—	Chasteau, Chincholle, Pontzen.

Comme Membre Associé, M.

M.-W. Rogers, présenté par MM. Cahen Strauss, Carimantrand, Lévi.

La séance est levée à 11 heures et quart.

Le Secrétaire,
Lucien Périssé.

SERVO-MOTEUR AUVERT

ADOPTÉ SUR LE CHEMIN DE FER DU FAYET-S^{T}-GERVAIS A CHAMONIX pour commander de la tête du train les appareils électriques des voitures automotrices qui le composent.

PAR

Ch. BAUDRY

Le chemin de fer à voie normale qui remonte la vallée de l'Arve à partir de Genève, en passant par Annemasse, la Roche-sur-Foron, Cluses et Sallanches, se termine actuellement au Fayet-Saint-Gervais, où la vallée, largement ouverte jusque-là, se resserre et prend une pente plus forte avant d'atteindre Chamonix.

La Compagnie P.-L.-M. achève en ce moment la construction d'une ligne à voie de 1 *m* qui reliera le Fayet-Saint-Gervais à Chamonix et qui se prolongera plus tard jusqu'à Martigny-en-Valais en franchissant le col des Montets, lorsque la Suisse sera prête à exécuter la partie située sur son territoire.

Ce chemin de fer sera exploité au moyen de voitures automotrices mues par l'électricité; mais ces voitures ne circuleront généralement pas isolément; elles formeront de véritables trains correspondant à ceux de la ligne à voie normale d'Annemasse au Fayet.

M. Auvert, Ingénieur à la Compagnie P.-L.-M., qui a fait toutes les études électriques de la nouvelle ligne, a imaginé, pour commander de la tête du train les appareils de manœuvre de tous les véhicules qui le composent, un mécanisme ingénieux qu'il m'a paru intéressant de vous faire connaître.

M. Auvert a fait breveter ce mécanisme le 11 février 1895, mais il l'a laissé tomber dans le domaine public dès la fin de la première année. Je donne ce détail pour ceux qui seraient désireux de comparer la date de l'invention de M. Auvert avec celle des différents appareils présentés dans le même but par Sprague, Westinghouse et autres inventeurs.

Ce mécanisme n'a pas encore fonctionné sur le chemin de fer de Chamonix qui n'est pas terminé, mais il a été exécuté et a fonctionné régulièrement dans des essais à l'atelier.

Sans entreprendre la description générale de la ligne du Fayet

à Chamonix et de son matériel roulant, il est utile de donner quelques indications à leur sujet.

Cette ligne a 19250 *m* de long. En partant du Fayet elle s'élève en pente douce (maximum 20 *mm* par mètre) pendant 3500 *m*, elle gravit ensuite une rampe de 90 *mm* par mètre sur 2140 *m* de longueur et, après un court palier correspondant au village de Servoz, une rampe de 80 *mm* sur 1404 *m*; à partir de ce point et sur les 10 derniers kilomètres, elle ne présente plus de déclivité supérieure à 20 *mm*.

La traction des voitures automotrices et des trains s'y fera par simple adhérence, sans crémaillère, en limitant la vitesse à 8 ou 10 *km* à la montée et à la descente des déclivités de 90 et de 80. Il existe aujourd'hui de nombreux tramways présentant des rampes aussi fortes, et même plus fortes, et sur lesquelles on se contente également de l'adhérence.

Pour le freinage, on emploie ordinairement sur ces tramways, outre les freins ordinaires agissant sur les roues, des freins à patins qui glissent sur les rails et dont l'action énergique est due au coefficient de frottement élevé que donne le portage sur la chaussée. Sur la ligne de Chamonix, où les rails sont en saillie, l'emploi du frein à patins n'a pas été jugé suffisant dans les déclivités de 90 et 80. Tous les véhicules seront munis d'un frein à mâchoires venant serrer latéralement un rail central posé sur toute la longueur de ces deux rampes. Ce frein, comme d'ailleurs les freins ordinaires agissant sur les roues, pourra être manœuvré soit à la main sur chaque véhicule, soit au moyen de l'air comprimé par le conducteur placé en tête du train.

La puissance motrice sera fournie par deux usines hydrauliques alimentées par l'Arve et situées vers les kilomètres 5 et 8 à partir du Fayet, c'est-à-dire, à peu près au milieu des deux rampes principales. Le courant sera transmis aux véhicules par un conducteur formé d'un rail d'acier de 34 *kg* supporté par les traverses de la voie latéralement à celle-ci. La tension n'y dépassera pas 550 volts.

Chaque véhicule (voiture, fourgon à bagages ou wagon à marchandises) se compose d'un truck, le même pour tous les types de véhicules, sur lequel vient se poser la caisse. Ce truck est formé de deux longrines reposant, sans l'intermédiaire de ressorts, sur les boîtes des deux essieux. A ces longrines sont suspendus, au moyen de ressorts, les deux moteurs, construits pour fournir couramment une puissance de 50 *ch* chacun, dont les

bâtis sont reliés aux essieux par des colliers à la manière ordinaire, et qui commandent ces essieux au moyen d'engrenages coniques. C'est à ces longrines également qu'est suspendu le mécanisme du frein à mâchoires dont nous venons de parler.

Contrairement à ce qui se passe dans la plupart des tramways, les deux moteurs de chaque véhicule ne sont jamais mis en série. La disposition en parallèle a été seule admise à cause des dangers de patinage dans les fortes rampes qui sont plus graves avec des moteurs en série. L'excitation de chaque moteur est faite en série, et peut varier au moyen d'un shuntage.

L'appareil de manœuvre de chaque véhicule est disposé de manière à faire passer le courant, commun à l'inducteur et à l'induit de chaque moteur, par des résistances progressivement décroissantes jusqu'à devenir nulles, et à diminuer en dernier lieu l'excitation au moyen d'une résistance mise en dérivation avec elle. Il peut prendre ainsi cinq positions : trois correspondant à trois résistances différentes, une quatrième à l'absence de toute résistance, et la cinquième à la diminution de l'excitation. Les trois premières positions correspondent aux différentes phases du démarrage, les deux dernières à la marche en pleine route. A la quatrième, on doit obtenir des vitesses variables avec le profil depuis 10 *km* à l'heure sur rampe de 90 *mm* par mètre jusqu'à 36 *km* en palier. A la cinquième, on atteint 20 *km* en rampe de 20 *mm*, 27 *km* en rampe de 10 *mm*, 33 en rampe de 5 *mm* et 49,5 en palier.

Les cinq positions que nous venons de définir s'obtiennent en faisant tourner un axe vertical placé à l'intérieur d'une colonne en fonte, et manœuvré à la main par une manivelle horizontale placée à la partie supérieure.

Quand les appareils de manœuvre des différents véhicules d'un train doivent être commandés par la tête, chacun de ces arbres verticaux, au lieu d'être manœuvré par la manivelle supérieure, l'est par une roue d'engrenage qu'il porte à sa partie inférieure sous le châssis, et qui engrène avec une crémaillère liée au piston principal d'un servo-moteur qu'il nous reste à décrire.

Ce servo-moteur (*Pl. 230, fig. 15 à 20*) a, comme organe principal, un grand cylindre horizontal ouvert en son milieu et dans chacune des extrémités duquel se meut un piston. Ces deux pistons sont solidaires et la lanterne K qui les relie porte, en son milieu, un plateau sur lequel est montée la tige O qui forme prolongement de la crémaillère. Celle-ci est donc solidaire des

mouvements que prend l'ensemble formé par la lanterne K, ses deux pistons et son plateau central.

Pour la marche avant, l'air comprimé est envoyé par le conducteur de tête, comme nous le dirons tout à l'heure, derrière le piston de gauche, et l'arrière du piston de droite est mis, au contraire, en communication avec l'atmosphère.

C'est l'inverse qui se produit pour la marche arrière. Mais tout ce que nous dirons de la marche avant s'applique également à la marche arrière.

Pour que, sous l'action de l'air comprimé, les deux pistons et la crémaillère qu'ils conduisent s'arrêtent dans chacune des cinq positions où ils sont appelés à se fixer pour la marche avant, leur plateau central rencontre une série d'obstacles échelonnés. Ces obstacles sont formés par cinq petits pistons L' qui se meuvent dans cinq cylindres placés en couronne autour du grand cylindre central. Ces pistons sont constamment pressés par de l'air comprimé pris sur le réservoir auxiliaire du frein à mâchoires, ce qui les fait buter contre des arrêts fixes quand le plateau central est dans sa position médiane. La pression de l'air est la même pour tous les petits cylindres du même véhicule et pour tous les véhicules du train. Par conséquent, les pistons, s'ils ont la même section, offrent tous la même résistance au mouvement des plateaux qui les attaquent.

Les cinq pistons du même véhicule ont des tiges inégalement longues, de sorte que, quand le plateau est au milieu de sa course, il ne porte que sur la tige d'un seul piston. Si donc on envoie de l'air comprimé dans le grand cylindre, le plateau central se déplace dès que la pression dans ce cylindre est suffisante pour vaincre la résistance d'un petit piston, et le mouvement se continue jusqu'à ce que le plateau central rencontre une deuxième tige de piston. A ce moment se produit un arrêt, et le mouvement ne continue que quand la pression de l'air dans le grand cylindre est devenue suffiante pour vaincre la résistance de deux petits pistons. Un deuxième point d'arrêt correspond à la rencontre de la troisième tige de piston, un troisième à la rencontre de la quatrième tige, un quatrième à la rencontre de la cinquième tige et, enfin, un cinquième et dernier au refoulement des cinq petits pistons à fond de course. Cinq autres pistons L placés en face des premiers, dans cinq petits cylindres qui forment prolongement des premiers et avec des tiges également échelonnées, correspondent à la marche en arrière.

Si l'on appelle $2p$ la pression que doit avoir l'air dans l'une des conduites générales pour vaincre la résistance d'un petit piston, on voit que, pour maintenir rigoureusement les grands pistons de tous les servo-moteurs secondaires et par suite, tous les régulateurs électriques à chacun des cinq crans de marche avant ou de marche arrière, il suffit de maintenir dans la conduite générale une pression d'environ $3p$, $5p$ et ainsi de suite jusqu'à $11p$.

C'est ce que l'on obtient au moyen du servo-moteur principal placé dans le fourgon de tête et manœuvré par le mécanicien.

Ce servo-moteur principal *(Pl. 230, fig. 11 à 14)* a les mêmes organes que les servo-moteurs secondaires que nous venons de décrire. Son grand cylindre est en communication, par chacune de ses extrémités, avec l'une des conduites générales. Autour de ce cylindre sont placés de même deux groupes de cinq petits cylindres, avec pistons à tiges échelonnées. Seulement l'un des petits pistons de chaque groupe, celui dont la tige est la plus longue, a une section égale à une fois et demie celle des autres.

Le servo-moteur principal possède, en outre, les organes suivants, qui lui sont propres. Sa crémaillère agit sur un secteur denté S qui est relié par un mouvement de sonnette à un engrenage conique Q, monté sur l'arbre du volant de manœuvre, mais qui n'est pas solidaire de cet arbre. Le volant de manœuvre porte lui-même un autre engrenage conique Q′ de même diamètre que l'engrenage Q et placé en face de lui. Entre eux se trouve un troisième pignon conique Q″ monté sur un axe perpendiculaire à celui du volant de manœuvre, tournant autour de lui, et muni d'une queue qui, dans son mouvement, élève ou abaisse une tige verticale dont les déplacements, dans un sens ou dans l'autre, ouvrent et ferment les soupapes d'admission et d'échappement des conduites d'air comprimé de marche avant et de marche arrière.

Quand le volant de manœuvre est au cran 0, la tige laisse fermées les soupapes d'admission et maintient légèrement ouvertes les soupapes d'évacuation des deux conduites générales. Les grands pistons de tous les servo-moteurs, principal et secondaires, sont alors maintenus dans leur position médiane par les premiers petits pistons.

Si l'on tourne le volant de manœuvre dans le sens de la marche avant pour l'amener à son premier cran d'arrêt, on entraîne la roue planétaire Q″ dont le déplacement ouvre d'abord en

grand la soupape d'échappement de la conduite de marche arrière, laisse celle de la marche avant se refermer sous l'action de son ressort et ouvre la soupape d'admission de la conduite de marche avant. La pression de l'air augmentant dans cette dernière conduite, les grands pistons de tous les servo-moteurs secondaires du train se déplacent aussitôt qu'elle devient assez forte pour vaincre la résistance du premier piston de chacun d'eux et de l'appareil de manœuvre qu'il conduit, c'est-à-dire quand elle est un peu supérieure à $2\,p$. Le grand piston du servo-moteur principal ne se déplace qu'un peu plus tard quand la pression est montée jusqu'à $3\,p$ à cause du diamètre plus grand qu'on a donné à son premier petit piston; mais il se déplace avant que ceux des servo-moteurs auxiliaires aient pu vaincre la résistance de leurs deuxièmes petits pistons et qui exigerait une pression $4\,p$. Par conséquent, au moment où le servo-moteur principal a atteint son premier point d'arrêt, tous les servo-moteurs se trouvent également à leur premier point d'arrêt. Mais, en même temps, le déplacement de son grand piston a entraîné le secteur denté S, et l'engrenage conique Q, et celui-ci a remis la roue planétaire Q″ dans une position voisine de sa position primitive, où elle ferme l'arrivée de l'air du côté de la marche avant tout en maintenant l'échappement du côté de la marche arrière.

Il y a lieu de remarquer que les grands pistons des servo-moteurs secondaires sont fixés à leur premier point d'arrêt par l'antagonisme de la pression de l'air dans les grands cylindres et de la résistance des deuxièmes petits pistons. Pour le servo-moteur principal, au contraire, les grands pistons sont fixés à leur point d'arrêt sans que le deuxième petit piston ait besoin d'intervenir et par le jeu seul des soupapes d'admission et d'échappement d'air qui ne permettent à ces grands pistons qu'une position stable pour chaque position du volant de manœuvre. On en a profité pour diminuer quelque peu la longueur des tiges des petits pistons, autres que le premier, du servo-moteur principal, ce dont nous verrons l'avantage quand nous étudierons le retour en arrière du volant de manœuvre.

Si, à partir du premier point d'arrêt, on continue à tourner le volant de manœuvre jusqu'à son second point d'arrêt, les choses se passent identiquement de la même manière qu'entre la position médiane et le premier point d'arrêt et ainsi de suite jusqu'à fond de course.

Si maintenant on tourne le volant en sens inverse pour ramener le volant du cinquième au quatrième point d'arrêt, la queue de la roue planétaire Q″ ouvre l'échappement de la conduite de marche avant et l'admission dans la conduite de marche arrière, de sorte que la pression diminuant d'un côté et augmentant de l'autre, les grands pistons se déplacent sous l'action de s cinq petits pistons d'abord, puis de quatre pistons seulement. Les soupapes se ferment automatiquement quand les grands pistons sont arrivés à leur quatrième point d'arrêt et, à ce moment il n'y a plus, depuis quelque temps déjà, que quatre pistons agissant sur leur plateau central à cause de la réduction que nous avons indiquée dans la longueur de la tige du cinquième. Par conséquent, la pression sur les grands pistons au moment de l'arrêt s'est abaissée jusqu'au point de faire équilibre à la pression de quatre petits pistons du servo-moteur principal, laquelle équivaut à celle de quatre petits pistons et demi d'un servo-moteur secondaire, c'est-à-dire à 9 p. Il en résulte que tous les servo-moteurs secondaires s'arrêtent au point qui correspond à l'abandon de la tige du cinquième petit piston; c'est leur quatrième point d'arrêt.

Pour passer du quatrième au troisième point d'arrêt, tout s'effectue de la même manière, et ainsi de suite jusqu'à ce que le volant soit revenu à sa position initiale de repos.

Il y a lieu de remarquer que pendant tout le temps que le volant est à un de ses points d'arrêt, la liaison des grands pistons du servo-moteur principal avec les soupapes d'admission et d'échappement par l'intermédiaire de la roue planétaire Q′ maintient automatiquement la pression dans tous les grands cylindres à la valeur nécessaire pour que tous les servo-moteurs secondaires restent fixes à leur position d'arrêt correspondante.

L'air comprimé nécessaire au fonctionnement du servo-moteur que nous venons de décrire est fourni par deux réservoirs principaux portés par le fourgon, et qui servent également la conduite générale du frein automatique à mâchoires et les deux conduites du frein ordinaire automatique et modérable, système Westinghouse-Henry. Ces deux réservoirs sont alimentés par un compresseur électrique placé dans le fourgon.

La figure 1 de la planche 230 donne un schéma de la tuyauterie du frein à mâchoires et des servo-moteurs.

Les figures 2 à 10 de la même planche donnent le détail de la boîte de distribution du servo-moteur principal.

SIGNAUX ÉLECTRIQUES AUTOMATIQUES

Système TIMMIS-LAVEZZARI

Application au chemin de fer électrique de l'Exposition de 1900

PAR

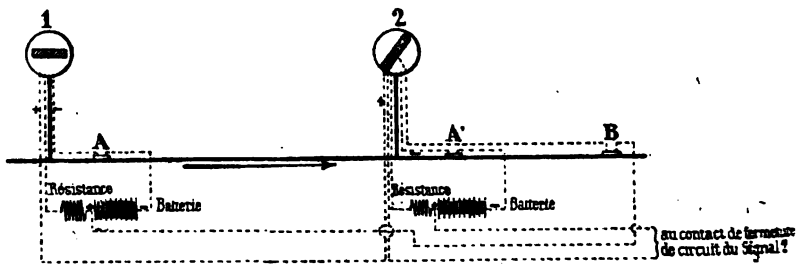
M. A. LAVEZZARI

Dans le système de signaux que je vais décrire, l'agent moteur est un électro-aimant parcouru ou non par un courant électrique suivant la position donnée à des appareils placés sur la voie et manœuvrés au passage des trains par une barre de choc fixée sur une des voitures. Quand le courant passe, le signal est à voie ouverte, et quand le courant est interrompu à voie fermée, l'action de l'électro-aimant amène donc le signal à la position de voie libre, tandis que la pesanteur seule le fait retomber à la position de voie fermée.

Voici comment ces manœuvres s'exécutent :

Considérons un train passant devant le signal 1 supposé ouvert *(fig. 1)*, il rencontre le contact de fermeture A; celui-ci dans sa

Fig. 1. Diagramme de la disposition d'ensemble de deux signaux



position normale ferme le circuit, mais lorsque la barre de choc vient le frapper il coupe le circuit et, par suite, fait tomber le signal à la position de voie fermée.

A ce moment, le train est protégé par un signal; continuant son parcours, il arrive au signal 2 que je suppose également à la

position de voie ouverte, la barre de choc frappe le contact de rupture A′ et par cela même ferme le signal 2 comme il a été dit pour le signal 1.

Le train est alors couvert par deux signaux à quelque distance de là, il vient rencontrer le contact de fermeture du circuit B, en relation avec le signal 1.

A l'inverse des précédents, ce contact interrompt le circuit dans sa position normale, mais le ferme sous l'action de la barre de choc, le circuit du signal 1 se trouvant alors fermé, celui-ci se remet à voie ouverte.

Le train est alors de nouveau couvert par un seul disque.

Je ferai remarquer de suite que, pour plus de sécurité, ce circuit passe par un commutateur du signal 2 disposé de telle façon que si ce signal n'est pas à la position de voie fermée, le signal 1 ne pourra pas s'ouvrir.

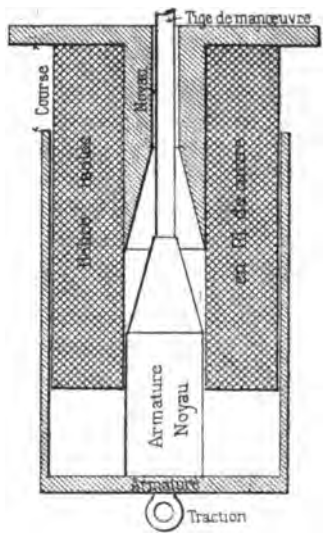
On est donc absolument certain que le train qui vient de passer sera protégé par un signal au moins.

Nous allons passer rapidement en revue les différents organes qui composent l'ensemble du système.

Le premier, le plus important, est l'*électro-aimant* représenté en coupe à la figure 2.

Cet aimant a une forme spéciale : le noyau a un évidement conique; la partie mobile se compose d'une pièce centrale également conique qui pénètre dans l'évidement du noyau et d'une chappe qui enveloppe l'ensemble formé par l'électro-aimant avec son enroulement de fil.

Fig. 2
Vue en coupe de l'électro-aimant



Cette disposition accroît notablement la puissance de l'électro-aimant pour une intensité de courant donnée, grâce à l'augmentation du nombre de tours du fil.

Sous l'influence du courant, le noyau d'armature avec la chappe se trouve attiré et opère la manœuvre par l'intermédiaire de la tige centrale qui traverse le noyau.

Les contacts placés sur la voie sont manœuvrés au passage des trains par la barre de choc.

Celle-ci est représentée en élévation sur la figure 3 et en coupe à plus grande échelle sur la figure 4.

C'est une barre longue de 3 à 4 *m*, en forme d'équerre pour assurer sa rigidité; elle est fixée aux boites à graisse par deux

Fig. 3. Barre de choc. (Vue en long)

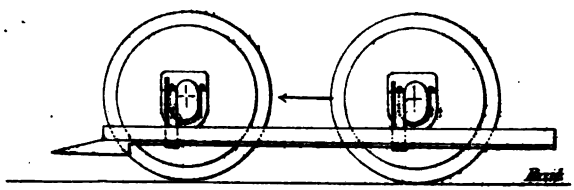
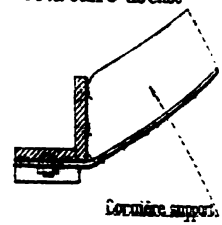


Fig. 4. Coupe transversale de la barre de choc



fers cornières qui lasoutiennent sur le côté de la voiture un peu en dehors du gabarit.

Les contacts sont des commutateurs qui interrompent le courant ou ferment le circuit suivant la position qu'ils occupent.

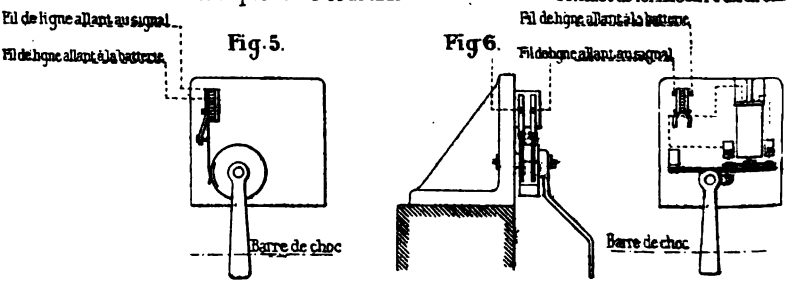
Il y a deux modèles de contacts :

Le premier (AA' de la figure 1) ou contact de rupture et le deuxième (B de la figure 1) ou contact de fermeture de circuit.

Le contact de rupture de courant *(fig. 5 et 6)* est constitué par

Fig. 5 et 6
Contact de rupture du courant

Fig. 7.
Contact de fermeture du circuit



un disque épais en matière isolante dont une partie de la circonférence est munie d'une lame de laiton, sur laquelle viennent s'appuyer deux lames de cuivre reliées chacune avec l'un des pôles du circuit.

Ce disque oscille autour d'un axe horizontal solidairement avec un bras en fer que vient heurter la barre de choc.

Lorsque sous l'influence de la pesanteur, le bras reste vertical, les deux lames de ressort sont réunies électriquement par la plaque de laiton.

Lorsque, au contraire, par suite du choc, ce levier est incliné, le courant est interrompu.

Bien qu'on ait donné à la barre de choc une certaine longueur pour prolonger son action, on remarquera qu'il importe peu que le courant ne soit interrompu que pendant un temps relativement très court, car cela suffit toujours pour couper le courant et, par suite, pour que la partie mobile du signal retombe de son propre poids à la position de voie fermée.

Le contact de fermeture de circuit pourrait être fait de la même manière, mais en disposant la bande de laiton de telle sorte que ce soit, lorsque le levier est incliné que le courant se trouve fermé.

Il a été reconnu à cela un inconvénient; c'est que si le contact n'a qu'une très faible durée, il se peut que le disque ne soit pas manœuvré instantanément par suite de l'inertie et que la voie ne soit pas ouverte.

Ce contact a donc été modifié comme l'indique la figure 7. Il est pourvu d'un électro-aimant et lorsque le bras, qui a la forme d'un levier coudé à branches inégales, est incliné, il soulève une petite lame de ressort qui ferme le circuit; le courant passe alors dans cet électro-aimant qui maintient la lame dans cette position tant qu'il est nécessaire. Le courant étant rétabli, le signal, relié à ce contact, se remet à voie libre.

Voyons, maintenant, comment les choses se passent dans le mécanisme du signal.

Tout signal électrique doit, pour donner complète sécurité, se placer à la voie fermée dès qu'un accident quelconque empêche le fonctionnement normal du courant électrique. Par conséquent, le courant doit passer tant que le signal indique que la voie est libre.

Mais, d'autre part, pour manœuvrer des appareils de ce genre, généralement assez lourds (je ne parle pas de ceux de l'Exposition qui, répondant à un programme spécial, sont très légers), il faut des engins puissants qui réclament une intensité de courant assez forte.

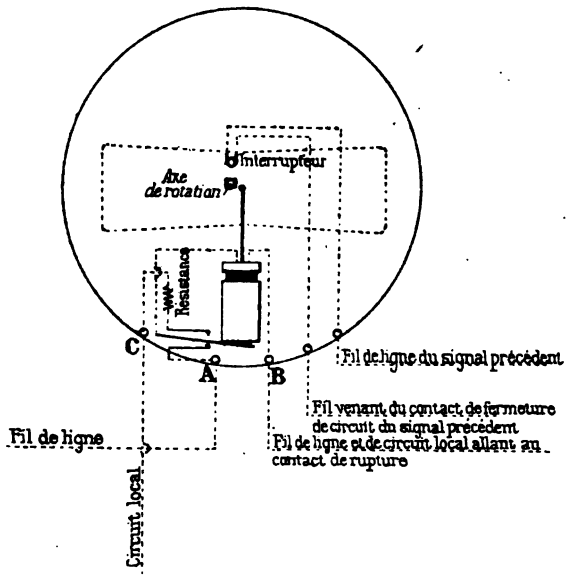
On se trouverait donc entraîné à des dépenses d'électricité inadmissibles si on ne prenait certaines dispositions pour l'économiser.

Dans notre système, les électro-aimants sont soumis à deux courants d'intensités différentes quoique n'ayant qu'une seule source. L'un de ces courants, que j'appelle *circuit de ligne*, est à une intensité relativement grande, et l'autre, que j'appelle *circuit local*, a une intensité beaucoup moindre, grâce à l'interposition d'une résistance. Ces deux courants se succèdent automatiquement et sans interruption pendant le fonctionnement du disque.

Le premier a pour but de déterminer le mouvement du signal, le second, de le maintenir en place.

Dans la figure 8 le signal indique la voie fermée; la masse mobile de l'aimant est au bas de sa course et aucun courant ne

Fig. 8. Diagramme des fils et de la manœuvre d'un disque (position de voie fermée)



passe. Si le circuit se trouve fermé par le contact B, le courant suit le parcours suivant : il arrive par la borne A, traverse la lame de ressort inférieure, puis la lame de ressort intermédiaire, pénètre dans l'électro-aimant du signal et retourne à la batterie en sortant par la borne B.

Lorsque le mouvement s'opère et que la masse se lève, on voit que la lame intermédiaire entre en contact avec la lame supérieure, puis abandonne celle du bas. A partir de ce moment, le

circuit de ligne est rompu et c'est le circuit local qui est établi à travers l'électro-aimant, la lame de ressort supérieure, la petite résistance de la lame *c*, le contact de rupture (lequel est, on s'en souvient, à la position normale de fermeture du circuit), la batterie, et enfin le fil de retour pour rentrer par la borne B. On suivra ces deux parcours sur la figure 1.

Remarquons, en passant, que dès que la lame de ressort inférieure n'est plus en contact avec la lame intermédiaire, le

Fig. 9 et 10. Vues d'ensemble du signal

Fig. 9. Vue de face

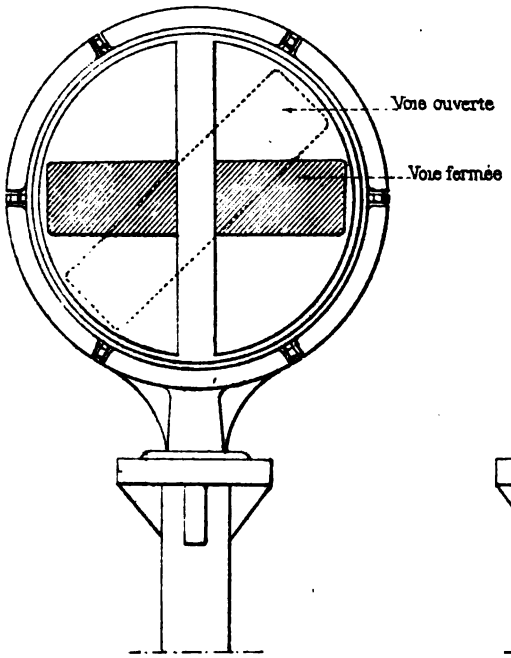
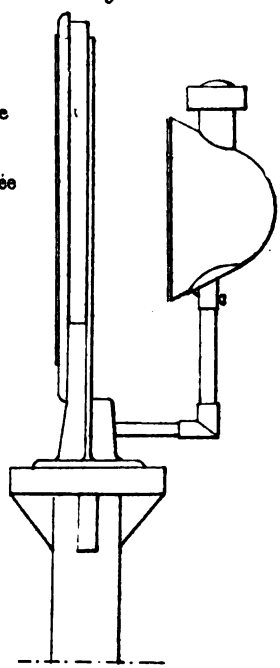


Fig. 10. Vue de côté



courant de ligne étant interrompu, l'électro-aimant du contact B, n'étant plus sous l'influence du courant, retombe aussi et coupe également le circuit.

On voit maintenant que, lorsque le train passera, il rompra le circuit local. La lame de ressort intermédiaire reviendra bien en contact avec la lame de ressort inférieure, mais, cependant, le circuit de ligne ne sera pas rétabli puisqu'il est coupé par le contact B revenu à sa position normale.

En même temps que le signal se manœuvre, il fait tourner un petit interrupteur monté sur son axe qui est intercalé dans le

courant qui va du contact de fermeture du circuit suivant au signal précédent, et qui fait que le circuit ne peut être réellement fermé que si le disque indique la voie fermée.

Quant au type de signal employé, il peut varier considérablement; les appareils destinés à l'Exposition sont très légers, ils sont constitués *(fig. 9 et 10)* par un bras rectangulaire en étoffe transparente rouge qui est enfermée entre deux disques en verre — le disque qui fait face au train est en verre blanc transparent et celui qui est en arrière en verre blanc opaque, de manière que le bras rouge se distingue très nettement. Pour la nuit

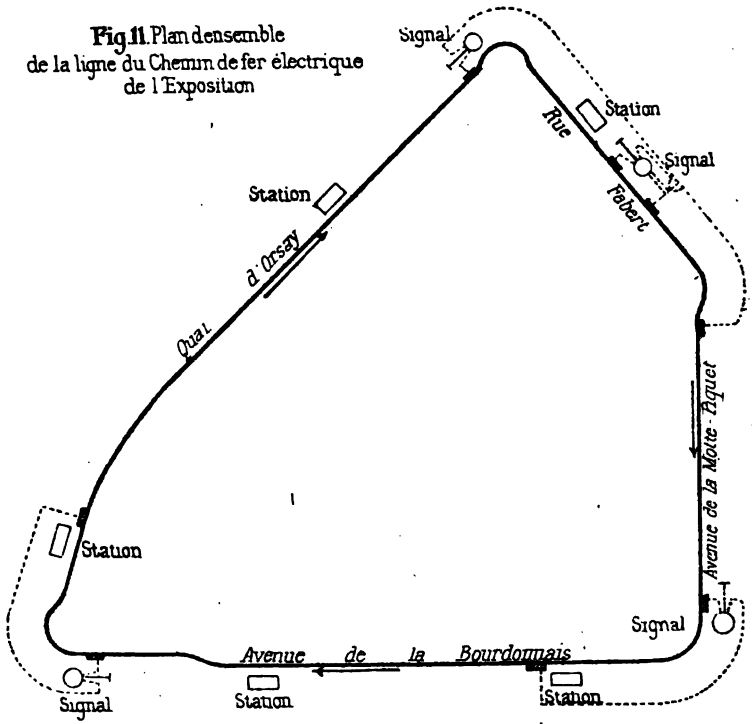


Fig. 11. Plan d'ensemble de la ligne du Chemin de fer électrique de l'Exposition

une lampe munie d'un fort réflecteur éclaire le tout par transparence.

Pour des lignes plus importantes, ce serait soit un sémaphore d'un type ordinaire, soit un disque tournant, car l'électro peut avoir une puissance considérable dont on pourra juger par le tableau ci-dessous qui donne les résultats obtenus avec les divers types déjà construits.

Force en kilogrammes .	45,4	12,7	31,8	93	64,9	4,5	99,8	110,7	172,4
Course en millimètres .	9,5	31,8	38,1	63,5	69,9	76,2	101,6	101,6	101,6

La disposition même de l'ensemble du système peut subir des modifications.

La ligne de l'Exposition *(fig. 11)* constitue un circuit fermé affectant la forme d'un quadrilatère à côtés inégaux ; elle est à voie unique parcourue par des trains allant toujours dans le même sens.

A l'origine on ne prévoyait aucun système de signal ; cependant M. Maréchal, Ingénieur en chef de la Compagnie, estima qu'il serait plus prudent de garantir les coins, et c'est alors qu'il décida d'y établir des signaux. Le principe général adopté est le suivant : à une cinquantaine de mètres en avant de chaque tournant se trouve un signal, mais le contact de rupture qui le ferme se trouve à 30 *m* plus loin, de manière que tout le train ait défilé devant le signal lorsque la barre de choc, placée sur la voiture de tête, le fait fermer. A 250 ou 300 *m* après le tournant se trouve le contact de fermeture de circuit qui fait rouvrir le disque sans l'intervention d'un second signal. Le train n'est plus alors protégé.

On voit donc que, dans cette disposition, le train n'est jamais protégé que par un seul disque aux tournants et pas du tout dans les alignements droits. Cette sauvegarde relative, qui serait inadmissible sur une ligne de chemin de fer, a paru très suffisante dans les conditions spéciales d'exploitation de la ligne qui nous occupe.

Il faut cependant excepter les deux signaux qui protègent l'entrée et la sortie de l'avenue Fabert ; en raison de leur rapprochement, ils ont été conjugués et ils fonctionnent dans les conditions normales du système tel qu'il a été expliqué ci-dessus.

Enfin on conçoit facilement que l'on peut même supprimer toute manœuvre automatique et la remplacer par une manœuvre à la main.

C'est dans ces conditions que la Compagnie de l'Ouest en a fait l'expérience sous la haute direction de M. Toulon, Ingénieur du matériel fixe. Ces expériences ont d'ailleurs donné toute satisfaction et la Compagnie en étend l'emploi avec des modifications étudiées par ses Ingénieurs et appropriés au besoin à son exploitation.

Avant de terminer je dirai quelques mots de la source d'énergie électrique.

Pour le chemin de fer de l'Exposition, on pourrait employer

des piles composées de douze éléments Leclanchez, par exemple, ou des accumulateurs. C'est cette dernière solution que j'ai adoptée et chaque signal est desservi par cinq éléments du type « Aigle » auxquels j'ai donné la préférence parce qu'il était indispensable qu'il puisse conserver la charge pendant un temps considérable et j'espère n'avoir pas à les recharger pendant la durée de l'Exposition.

Les intensités exigées par ces électro-aimants ne sont, du reste, pas très grandes ; ainsi, lorsque le courant passe dans le circuit de ligne, il consomme à peine un ampère et, lorsqu'il passe dans le circuit local muni d'une résistance, il ne consomme qu'un tiers d'ampère.

MESURES PROPRES A FACILITER

ET A RENDRE PLUS ÉCONOMIQUES

LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION

DES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

ET DES TRAMWAYS

PAR

M. DONIOL

Dans sa session de 1889, le Congrès international des chemins de fer a déclaré que la construction des lignes économiques tend à prendre de plus en plus d'extension et a appelé l'attention des Gouvernements sur l'utilité qu'il y aurait à adopter une réglementation aussi libérale que possible en ce qui concerne les conditions et les charges des concessions et à admettre, pour l'établissement des chemins de fer secondaires, toutes les simplifications compatibles avec la sécurité.

Je me suis inspiré des idées exprimées dans ce vœu pour étudier une revision du règlement d'administration publique et des deux cahiers des charges-types qui régissent actuellement la construction et l'exploitation de ces lignes, et qui datent du 6 août 1881, c'est-à-dire d'une époque où les chemins de fer d'intérêt local et surtout les tramways étaient loin d'avoir le développement qu'ils ont reçu depuis. Il convient de profiter de l'expérience acquise dans ces dernières années et de faire en sorte que les lignes pour lesquelles on ne doit espérer qu'un faible trafic puissent être établies et exploitées aussi économiquement que possible afin d'être rémunératrices.

A la veille de ma communication vient de paraître un décret qui porte la date du 13 février 1900 et qui donne en grande partie satisfaction aux *desiderata* que j'avais tenu à signaler.

Toutefois je crois utile de vous exposer la question comme je l'avais proposée en indiquant après chaque article la solution adoptée par le décret du 13 février 1900, et en la faisant suivre, lorsqu'il y aura lieu, de mes observations.

RÈGLEMENT D'ADMINISTRATION PUBLIQUE DU 6 AOUT 1881. — ART. 4. — Il détermine d'une manière invariable les dimensions maxima du matériel roulant, suivant la largeur de voie. Il paraît préférable de ne pas maintenir dans un texte ayant force de loi, des chiffres qui se rapportent à une matière purement technique et sont assez restrictifs pour mettre des entraves au progrès : la nouvelle réglementation laisse aux Ingénieurs toute latitude pour indiquer, suivant les circonstances, dans le cahier des charges de chaque concession, les dimensions du gabarit, auxquelles celles des ouvrages sont subordonnées.

ART. 28 DU RÈGLEMENT. — Il interdit l'admission des matières pouvant donner lieu à des explosions ou à des incendies. Il est admis que des exceptions à cette règle pourront être autorisées par l'Administration supérieure, et que les transports de ces matières seront réglés par le Préfet sous l'autorité du Ministre.

ART. 32 DU RÈGLEMENT. — Il impose l'obligation d'avoir sur chaque machine un mécanicien et un chauffeur. Mais l'expérience

Règlement d'administration publique.

Rédaction nouvelle. — ART. 4, § 2. — La largeur *et la hauteur maxima* des caisses des véhicules ainsi que leurs chargements et la largeur extrême occupée par le matériel roulant, y compris toutes saillies, *sont fixées par le cahier des charges.*

Rédaction nouvelle. — ART. 28. — Il est interdit d'admettre dans les convois qui portent des voyageurs aucune matière pouvant donner lieu soit à des explosions, soit à des incendies, *sauf les exceptions autorisées par le Ministre des Travaux publics.*

Le transport de ces matières est réglé par le préfet sous l'autorité du Ministre des Travaux publics.

Rédaction nouvelle. — ART. 32. Adjonction après le § 5. — *Pour les voitures isolées ou pour les trains dont tous les véhicules sont munis de freins continus, le Ministre des Travaux publics peut autoriser la suppression du chauffeur, sous réserve que le conducteur chef de train puisse toujours accéder à la machine et soit en état de l'arrêter en cas de besoin.*

Rédaction nouvelle. — ART. 33. — Le préfet détermine, sur la proposition du concessionnaire *et l'avis du service du contrôle*, le maximum de la vitesse des convois de voyageurs et de marchandises sur les différentes sections de la ligne ainsi que le tableau de service des trains.

La vitesse des trains en marche ne peut dépasser 20 *km* à l'heure *s'il est fait usage de freins ordinaires, et 25 km s'il est fait usage de freins continus.* Ces vitesses doivent d'ailleurs être diminuées dans la traversée des lieux habités ou en cas d'encombrement de la route.

Le Préfet peut autoriser, sur la demande du concessionnaire et sur la proposition du service de contrôle, l'arrêt de certains trains pendant le temps déterminé pour l'horaire pour prendre ou laisser des voyageurs ou des marchandises sur les points de la voie ferrée située en dehors des gares, stations ou haltes. Cette autorisation ne peut être donnée qu'à titre précaire et révocable si ce service n'est pas prévu au cahier des charges.

Rédaction nouvelle. — ART. 34. — *Des machines de réserve et des wagons de secours munis de tous les agrès et outils nécessaires en cas d'accident doivent être entretenus constamment prêts à partir aux points désignés par le Préfet si celui-ci le prescrit, après avis du service de contrôle...*

prouve que des machines de tramways peuvent être conduites par le mécanicien seul : en conséquence, il est spécifié que l'administration pourra autoriser la suppression du chauffeur, sous la réserve que le conducteur du train puisse toujours accéder à la machine et soit en état de l'arrêter en cas de besoin.

ART. 33 DU RÈGLEMENT. — Il y est dit que la vitesse des trains ne saurait excéder 20 *km* à l'heure. Afin de permettre un meilleur service pour le public et de faciliter les correspondances, on a élevé à 25 *km* le maximum de vitesse des trains pourvus de freins continus.

La création de nouvelles stations entraîne des formalités très longues ; il faut aussi prévoir le cas d'arrêts temporaires permettant de charger sur wagons des dépôts de céréales, betteraves, etc. Il est dit que le Préfet pourra, sur la demande du concessionnaire et l'avis du service du contrôle, autoriser l'arrêt de certains trains pendant le temps déterminé par l'horaire, pour prendre et laisser des voyageurs et des marchandises sur les points de la voie ferrée situés en dehors des gares, stations ou haltes.

ART. 34 DU RÈGLEMENT. — Il exige que le concessionnaire entretienne des machines en feu et constamment prêtes à partir, pour réserve ou secours. Il suffit de dire que le Préfet pourra prescrire, s'il y a lieu, que des machines constamment prêtes à partir soient entretenues aux points désignés par lui, sur l'avis du service du contrôle.

CAHIER DES CHARGES-TYPES DES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL. — ART. 7. — Au lieu d'exiger que la largeur des accotements en ballast soit calculée de façon que l'arête supérieure du ballast se trouve sur la verticale de la partie la plus saillante du matériel roulant, on se borne à demander, sauf le cas d'exceptions dûment justifiées, une largeur de 0,75 *m* pour la voie normale et de 0,60 *m* pour les voies de 1,055 *m*, 1 *m* et 0,80 *m*. L'application de la réglementation de 1881 conduirait, en cas d'emploi du gabarit maximum, à une largeur de 0,85 *m* sur la voie de 1 *m*, soit une augmentation de largeur de 0,50 *m* pour la plate-forme de la voie ferrée et une plus grosse fourniture de ballast.

ART. 8. — On a abaissé le minimum du rayon des courbes, en pleine voie, de 250 *m* à 150 *m* pour la voie normale et de 100 *m* à 75 *m* pour la voie de 1 *m*, mais il convient, à mon avis, de

se tenir, autant que possible, au-dessus de ces minima, dans l'intérêt de l'exploitation.

Cahiers des charges types pour la concession des chemins de fer d'intérêt local et pour la concession des tramways. — Les notes jointes à la nouvelle rédaction donnent les principales indications suivantes qu'il est bon de connaître.

Largeur des caisses des véhicules. — Pour la voie de 1,44 *m* on se basera sur les dimensions admises pour le matériel des lignes d'intérêt général dans la même région sans dépasser le maximum de 3,20 *m*.

Pour les autres largeurs de voies on se renfermera dans les maxima indiqués ci-après.

Largeur des caisses, des véhicules et de leur chargement et largeur de matériel roulant, toutes saillies comprises :

Voies de 1,055 *m* et de 1 *m*	2,50 *m*	2,80 *m*
Voies de 0,80 *m*.	2,10	2,40
Voies de 0,75 *m*	2,00	2,30
Voies de 0,60 *m*	1,80	2,10

Hauteur du matériel roulant au-dessus des rails, y compris toutes saillies. — 4,20 *m* pour la voie de 1,44 *m*. Pour les autres largeurs de voie on ne devra pas dépasser les chiffres ci-après pour la hauteur des locomotives d'une part et la hauteur des autres véhicules et de leurs chargements :

Voies de 1,055 *m* et de 1 *m*.	3,50 *m*	3,30 *m*
Voies de 0,80 *m*	3,30	2,90
Voies de 0,75 *m*	3,20	2,70
Voies de 0,60 *m*	3,00	2,40

Ces maxima serviront à fixer la hauteur des ouvrages d'art qui seront établis au-dessus de la voie.

Largeur des accotements (chemins de fer d'intérêt local). — En général, et à moins de circonstances exceptionnelles dont il devra être justifié, cette largeur sera d'au moins :

0,75 *m* pour la voie de 1,44 *m*.
0,60 *m* pour les voies de 1,055 *m*, 1 *m* et 0,80 *m*.
0,50 *m* — de 0,75 *m* et de 0,60 *m*.

Tramways. — La voie ferrée sera établie de telle sorte que la verticale des poutres les plus saillantes de matériel roulant ne dépasse pas l'arête extérieure de l'accotement dans les parties où la voie sera établie sur le bord d'un remblai de plus de 0,50 *m* de hauteur, soit le long d'un talus de déblai ou d'un obstacle continu dépassant le niveau des marchepieds, il sera ménagé un espace libre d'au moins 0,75 *m* de largeur entre la partie la plus saillante du matériel roulant et la limite extérieure de l'obstacle ; pour les obstacles isolés cet intervalle sera réduit à 0,60 *m*.

Épaisseur de la couche de ballast. — Elle devra être déterminée de manière qu'il existe au moins une épaisseur de ballast de 0,15 *m* dans les traverses sans que la différence de niveau entre le dessus du rail et la plate-forme puisse être inférieure à 0,30 *m*.

Rayon des courbes. — En général, et à moins de circonstances exceptionnelles dont il devra être justifié :

Chemins de fer d'intérêt local.	Tramways mécaniques.	Tramways à chevaux.
150 *m* pour les chemins à voie de 1,44 *m*.	40 *m*	20 *m*
75 *m* — — 1,055 *m* et 1 *m* . .		
60 *m* — — 0,80 *m*.	30 *m*	15 *m*
50 *m* — — 0,75 *m*.		
40 *m* — — 0,60 *m*.		

Chemins de fer d'intérêt local. Passages au dessus. Largeur entre parapets — Dans le cas de la voie unique et dans le cas d'une double voie :

4,50 *m* pour la voie de 1,44 *m*	8 *m*
4 *m* — — 1,055 *m* et 1 *m*. . . .	7,30 *m*
3,70 *m* — — 0,80 *m*.	6,60 *m*
3,60 *m* pour les voies de 0,75 *m* et de 0,60 *m*.	6,30 *m*

ART. 11. — On recommande un minimum de 6 *m* de largeur pour les passages au-dessus des routes départementales et des chemins vicinaux de grande communication.

Au lieu de faire dépendre la largeur entre les parapets du gabarit maximum du matériel roulant, on conseille d'adopter les largeurs de 4,50 *m* pour la voie normale et de 4 *m* pour la voie de 1 *m*, qui sont sanctionnées par la pratique sur les lignes à voie unique.

ART. 12. — On admettra, en cas de circonstances dont il devra être justifié, des dérogations à la règle portant que la distance verticale à ménager au-dessus des rails ne sera pas inférieure à la hauteur du matériel roulant augmentée de 0,60 *m*.

ART. 57. — On n'y mentionnait que les lignes télégraphiques; on y a ajouté les lignes téléphoniques.

ART. 60. — On y a ajouté un alinéa portant que le concessionnaire se conformera aux mesures qui pourront lui être prescrites par l'Administration en vue d'établir des moyens de transbordement commodes pour les marchandises dans toutes les gares de raccordement avec une autre voie ferrée et en vue d'éviter, autant que possible, un parcours trop long aux voyageurs et aux marchandises devant passer d'une voie à l'autre.

CAHIER DES CHARGES-TYPES DES TRAMWAYS. — Plusieurs dispositions indiquées ci-dessus sont applicables aux tramways; je me bornerai donc à indiquer ci-après les principales modifications concernant les tramways exclusivement.

ART. 6, 7 ET 8. — La rédaction des premières lignes de l'article 6 est modifiée de manière à s'appliquer aux voies ferrées à établir sur accotements décapés au niveau de ceux de la route.

On a modifié également la rédaction du type et de ses notes, en vue de ne pas mettre dans un texte impératif des indications qui doivent varier suivant les circonstances locales.

L'article 6 du règlement d'administration publique oblige le concessionnaire à fournir, sur les points qui lui sont indiqués, des emplacements pour le dépôt des matériaux d'entretien. On ajoute que ces indications devront être données au concessionnaire avant la réception des travaux d'établissement de sa ligne.

L'obligation imposée par les articles 6 et 7 du cahier des charges-types des tramways de 1881, de réserver un intervalle libre d'au moins 1,10 *m* entre l'arête d'accotement de la route et

la verticale des parties les plus saillantes du matériel roulant, est souvent fort onéreuse. Elle peut obliger à élargir les routes étroites et empêche de tirer le meilleur parti possible de la plate-forme laissée à la disposition des voitures ordinaires. Cette obligation a été remplacée par celle de se tenir, autant que possible, à 1,40 *m* de distance des propriétés riveraines, ou des alignements précédemment approuvés.

Une autre disposition, également très onéreuse, de la réglementation de 1881 est celle qui oblige le concessionnaire (art. 7) à limiter, dans tous les cas, l'accotement occupé par sa voie, lorsque la déclivité excède 0,03 *m*, par une bordure de 0,12 *m* de saillie, soutenue par un caniveau pavé de 0,30 *m* de largeur. D'après la nouvelle réglementation, il est reconnu qu'il convient :

1° De laisser à l'autorité compétente pour statuer sur les projets d'exécution le soin de décider quelles sont les sections où l'établissement des bordures est vraiment nécessaire, dans les déclivités excédant 0,03 *m*.

2° De dire, dans le cahier des charges de la concession, si les bordures seront en pierre ou plus simplement en terre gazonnée, afin que le concessionnaire soit mieux renseigné à l'avance sur l'étendue des charges qui pourront lui incomber ;

3° D'admettre qu'un caniveau pavé ne pourra être être demandé que le long des bordures en pierre.

Art. 11 concernant les stations. — Le premier alinéa de cet article est considéré comme entièrement facultatif, car ce n'est qu'en supprimant les arrêts en pleine voie, sauf à rapprocher suffisamment les arrêts fixes, qu'on peut assurer la rapidité et la régularité de l'exploitation pour les tramways à traction mécanique et à grand trafic.

Art. 23. — L'obligation de fermer les voitures, à glaces ou à vitres, ne devra s'appliquer que pendant l'hiver ; dans plusieurs villes, pendant la belle saison, on fait circuler des voitures qui ne comportent pas ce mode de fermeture et dont l'emploi ne soulève aucune plainte.

Art. 38 et 39. — En cas de concession d'un tramway à un département ou à une commune, les articles 38 et 39 concernant le cautionnement et l'élection de domicile, seront supprimés dans le cahier des charges de la concession et insérés dans la convention relative à la rétrocession, car le versement du cau-

tionnement est opéré en ce cas par le rétrocessionnaire et non par le concessionnaire; d'ailleurs on n'a pas à demander à un département ou à une commune de faire élection de domicile.

L'article que j'ai publié dans la *Revue générale des chemins de fer* (numéros de septembre et d'octobre 1899), renferme beaucoup plus de détails sur mes *desiderata* et m'a valu des observations fort intéressantes des divers Ingénieurs. Cet article était surtout, à mes yeux, un moyen de propagande et une mise à l'étude des questions qui y sont traitées et qui me paraissent présenter une importance réelle, attendu qu'il reste encore à construire en France beaucoup de lignes d'intérêt local et surtout de tramways à traction électrique, permettant d'augmenter le trafic des voies urbaines et suburbaines ainsi que de desservir des chemins de montagne qui n'étaient pas accessibles aux locomotives.

Le décret du 13 février 1900 a donné satisfaction à une grande partie des observations et des *desiderata* que j'ai exposés à la Société des Ingénieurs. Il y aura donc lieu de remanier la rédaction de l'article que j'avais publié dans la *Revue générale des chede fer et des tramways* en y ajoutant les éléments recueillis depuis sa publication, et en donnant un commentaire des dispositions de ce nouveau décret; je compte y insister, en outre, sur les dérogations assez nombreuses qui peuvent être apportées, suivant les circonstances, au cahier des charges-type. En effet, la réglementation ne comprend que les prescriptions applicables à toutes les lignes sans exception, mais il y a beaucoup de cas où des dispositions plus avantageuses ou plus économiques sont admissibles et j'estime qu'il sera utile de les énumérer, en citant des précédents et en suivant l'ordre de numérotage des articles, en vue de faciliter le travail des Ingénieurs et celui des concessionaires, pour la préparation du cahier des charges à soumettre à l'approbation pour chaque concession.

Si les Membres de la Société ont à formuler des objections ou à proposer des additions au travail que j'ai publié dans la *Revue générale des chemins de fer*, je leur serai très reconnaissant de vouloir bien me les communiquer, et je suis tout disposé à faire mon profit de leurs observations.

DISCUSSION

M. L. Rey, après avoir rendu hommage au très important travail de M. Doniol, a présenté quelques observations qui peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

Les cahiers des charges-types de 1881 et les règlements d'administration publique qui les accompagnent ont été établis à une époque où on n'avait pas une expérience aussi grande que celle d'aujourd'hui en matière de chemins de fer d'intérêt local et de tramways. Aussi la revision de ces documents devenait-elle plus urgente d'année en année. Personne n'était plus qualifié que M. Doniol pour l'entreprendre; sa haute compétence, due à ses études et à ses travaux antérieurs, lui facilitait une tâche dont il s'est acquitté avec un succès remarquable.

M. Rey appelle toutefois l'attention de la Société sur quelques-unes de ses propositions :

Art. 4 : *Entrevoie.* — Pourquoi continuer à introduire dans des documents officiels l'entrevoie mesurée d'extérieur en extérieur des champignons des rails des voies contiguës?

La valeur de l'entrevoie n'a d'intérêt que par l'espace libre qu'elle assure entre les points les plus saillants du matériel roulant circulant sur les deux lignes parallèles. Or cet espace ne dépend que de la distance d'axe en axe des voies et de la largeur maximum du matériel roulant. Il ne dépend nullement de la largeur des champignons des rails.

Il semblerait donc logique de ne pas chiffrer la valeur de l'entrevoie, mais bien la distance d'axe en axe des voies parallèles qui permettrait le jeu nécessaire entre les points les plus saillants du matériel circulant sur deux voies parallèles.

On aurait ainsi une cote constante indépendante de la largeur des champignons des rails adoptés, laquelle est variable avec chaque réseau et presque avec chaque ligne.

Art. 21 : *Freinage des locomotives.* — M. Rey ne pense pas qu'on doive prévoir de caler « instantanément » les roues des locomotives ainsi que l'indiquait M. Doniol dans la *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways.* En effet, pour caler toutes les roues couplées d'une machine, il faut amortir la puissance vive de rotation de ces organes.

Or en prenant pour exemple une locomotive à six roues couplées de 0,90 *m* de diamètre pesant 15 *t* en ordre de marche, le poids des trois essieux montés sera d'environ 2 000 *kg*.

La vitesse de translation du train étant supposée seulement de 20 *km* à l'heure, la puissance vive de l'ensemble des trois essieux montés sera d'environ :

$$\frac{1}{2} \times \frac{2\,000}{9{,}81} \times \left(\frac{20 \times 1\,000}{3\,600} \times 0{,}7\right)^2 = 1\,540\ kgm.$$

L'amortissement instantané de cette puissance vive correspondrait au choc d'un mouton de 1 540 *kg* tombant d'une hauteur de 1 *m*. Aucun mécanisme ne résisterait à un choc pareil.

Art. 23 : *Voitures.* — M. Doniol propose de prohiber l'emploi de voitures à deux étages sur les voies d'une largeur inférieure à 1 *m*, et le nouveau décret a autorisé l'emploi de ce type lorsque la largeur de la voie n'est pas inférieure à 1 *m*.

Cette prohibition devrait s'étendre même aux voitures devant circuler sur la voie de 1 *m*. car pratiquement elle s'impose dans ce cas.

La hauteur maximum du matériel roulant pour voie de 1 *m* est fixée par les notes du nouveau cahier des charges-type à 3,30 *m*.

Si on défalque une hauteur minima de 0,60 *m* pour la hauteur du plancher inférieur au-dessus du plan des rails, il ne reste que 2,70 *m* pour la hauteur libre cumulée des deux étages, l'épaisseur du plancher intermédiaire, celle du pavillon et les saillies possibles.

On voit donc qu'en dehors de la question de stabilité il y a impossibilité matérielle à faire des voitures à deux étages pour circuler sur la voie de 1 *m*.

En ce qui concerne le *cahier des charges-type des chemins de fer d'intérêt local*, M. Rey a présenté également des observations :

1° A propos de la *largeur du matériel roulant*, il a demandé à ajouter, aux exemples de M. Doniol, celui des locomotives de Sfax à Gafsa dont la largeur maxima est de 2,65 *m;* malgré ces dimensions, ces locomotives font un très bon service à des vitesses assez élevées.

2° M. Rey demande que la *largeur des accotements en ballast* soit indiquée par la largeur en couronne du ballast, au lieu d'imposer une largeur d'accotement qui, cumulée avec la largeur variable

des champignons des rails adoptés donne une cote bizarre pour la largeur en couronne du ballast.

3° *Souterrains.* — M. Rey émet l'avis que la distance à laisser entre le dessus du gabarit du matériel roulant et l'intrados des souterrains doit être fonction de la déclivité de la voie.

Sur un palier les locomotives émettent peu de vapeur et peu de fumée; dans ce cas un jeu de 0,40 à 0,50 *m* serait suffisant.

Mais quand les déclivités atteignent plusieurs centimètres par mètre sur les lignes ordinaires ou plusieurs décimètres, comme sur les lignes à crémaillères, les locomotives, ayant à produire un grand travail, dégagent une quantité telle de vapeur et de fumée que le souterrain deviendrait dangereux s'il avait une certaine longueur et une section libre insuffisante.

Il faut donc, dans ce cas, augmenter la hauteur de la section du tunnel dans une assez grande proportion.

4° *Bornage.* — Il serait à désirer, d'après M. Rey, que le nouveau texte ne contînt pas l'obligation de faire le bornage contradictoirement avec chacun des propriétaires, car ces derniers pourraient alors exiger que le concessionnaire plaçât des bornes à leurs limites transversales aux points où elles coupent les lignes d'emprise.

Si, comme il arrive souvent, les propriétaires voisins ne sont pas d'accord sur leurs limites, on éprouve des difficultés et des pertes de temps.

Or le bornage n'a pour objet que de délimiter l'emprise du chemin de fer dans les propriétés traversées, et non pas de délimiter ces dernières entre elles.

Il propose la rédaction suivante pour l'article 28 :

« Le concessionnaire fera à ses frais un bornage du chemin de » fer en présence du Préfet ou de son représentant. Ce travail » exécuté et accepté par l'Administration départementale, le » concessionnaire appellera les propriétaires des terrains traver- » sés par le chemin de fer en vérification de bornage. »

En ce qui concerne le *cahier des charges-type des tramways*, M. Rey indique que toutes les modifications, proposées par M. Doniol, étaient parfaitement justifiées. Elles tendent à unifier les articles des deux cahiers des charges des chemins de fer d'intérêt local et des tramways, pour pouvoir facilement les confondre en un seul type.

Elles ont principalement en vue les tramways sur lesquels circulent des trains pouvant aller jusqu'à 60 *m* de longueur, qui peuvent satisfaire à un certain trafic de marchandises et qui par le fait ne sont que des chemins de fer d'intérêt local déguisés sous le nom de tramways.

Mais une fois la fusion des deux cahiers des charges-types faite en un seul, il restera à envisager séparément les véritables tramways urbains et de banlieue.

La grande majorité des articles du cahier des charges-type ne leur seraient pas applicables, et il y aurait intérêt à résumer ou à rassembler les quelques articles qui les concernent, à les modifier au besoin et à constituer un cahier des charges-type pour les tramways qui n'emploient qu'un seul véhicule automobile et accidentellement une voiture d'attelage au moment de l'affluence des voyageurs, sans aucun service de marchandises, de messageries ni de bagages.

Un tel cahier des charges pourrait être très simple, si on dégageait de toutes les difficultés qui l'entravent encore aujourd'hui l'établissement de ces lignes si utiles d'omnibus sur rails.

M. M. Cossmann, Ingénieur, Chef du service technique de l'Exploitation à la Compagnie du Chemin de fer du Nord, a présenté d'intéressantes observations qui lui ont été suggérées par la communication de M. Doniol; nous avons résumé ci-dessous les principales de ces observations :

Règlement d'administration publique Art. 28. — Cet article n'intéresse pas absolument l'admission des matières pouvant donner lieu à des explosions ou à des incendies, puisqu'il limite cette admission aux trains postes portant des voyageurs. Mais il l'interdit en fait, car les petites Compagnies n'ont en général que des trains mixtes, et il ne saurait être question de faire un train de marchandises spécial pour quelques kilogrammes de marchandises de l'espèce en question.

Art. 32. — En fait, l'autorisation d'avoir seulement un mécanicien sur les machines existe déjà; les préfets n'ont eu qu'à faire application de l'article 4 du décret du 9 mars 1889 relatif aux trains légers. Toutefois il est bon que le préfet y soit autorisé par la réglementation des chemins d'intérêt local.

Art. 33. — La vitesse de 25 *km* proposée par M. Doniol n'a

Ingénieur détermine les lois du mouvement de l'air dans une conduite de section uniforme qui s'embranche sur un réservoir à pression constante et dont l'axe a une inclinaison constante sur l'horizon.

Il examine ensuite le cas où la température de l'air, dans le parcours de la conduite, s'élève progressivement par l'effet d'un foyer.

Dans un deuxième mémoire, Combes applique les résultats de son premier travail à l'aérage des travaux des mines. Il arrive à une expression fort simple du rapport entre le travail moteur et la quantité de chaleur dépensée pour obtenir des courants d'air d'égale force avec une machine soufflante ou par l'effet d'un foyer.

Il prouve ainsi l'infériorité économique des foyers d'aérage par rapport aux machines soufflantes.

Le mémoire se termine par l'annonce d'un nouveau travail sur la distribution intérieure de l'air dans les mines et sur la construction des machines qui peuvent être substituées aux foyers.

Cette importante étude a paru, en effet, dix-huit mois après la première, dans les *Annales des mines*, sous le titre de *Aérage des mines*. L'auteur, après avoir fait ressortir l'importance du sujet et l'insuffisance des connaissances acquises, expose qu'il a été autorisé, sur sa demande, à visiter les principales mines de houille de Belgique et du département du Nord et qu'il a été invité à rédiger sur ce sujet une instruction pratique. Mais il a reconnu que la simple indication des procédés divers pratiqués dans les mines ne suffirait nullement et qu'il fallait donner aux mineurs une analyse succincte des notions générales de physique et de mécanique d'après lesquelles doit se développer l'aérage. C'est dans le troisième chapitre de l'*Aérage des mines* que se trouve la théorie du ventilateur à force centrifuge et la comparaison de cet appareil avec les machines aspirantes à pistons.

L'une des installations les plus importantes que l'auteur ait visitées est celle de la mine de houille de l'Espérance, près de Seraing. On y voyait une machine aspirante à pistons actionnée par une machine à vapeur de 25 *ch*. Le volume aspiré était de 8 m^3 par seconde ; la dépression était de 76,75 *mm* d'eau distillée, à 16°. La vitesse de l'air dans le puits était de 2,628 *m*. Le rendement ne dépassait pas 1/3.

Le rendement était encore inférieur et égal seulement à 1/5 dans les machines aspirantes à pistons de Sacré-Madame et de Monceau-Fontaine, près de Charleroi.

Combes conclut de ces constatations que les machines à pistons, même bien construites, ne conviennent pas à l'aérage des mines.

Il ajoute que le ventilateur à force centrifuge, généralement à ailes droites radiales, a été fréquemment employé pour aérer des lieux d'habitation, des salles de réunion, des hôpitaux, etc. En Allemagne, on s'en sert aussi très souvent pour aérer des mines, ou plutôt des bouts de galerie d'une longueur médiocre. Ce ventilateur est tantôt soufflant, tantôt aspirant. Il présente l'avantage de déplacer de grandes masses d'air, en les comprimant fort peu, mais il garde l'inconvénient d'imprimer à l'air une grande vitesse tout à fait inutile ; d'ailleurs, l'air, à son entrée dans la machine, est frappé par les ailes, ce qui donne lieu à une résistance considérable.

Et Combes se propose de combiner un ventilateur qui échappe, aussi bien que possible, à ces inconvénients. Les frais d'établissement et d'entretien seront beaucoup moindres que ceux des machines à pistons et le nouvel appareil réunira toutes les conditions voulues pour une machine d'aérage.

La description du ventilateur, pour lequel un brevet d'invention avait été pris le 2 Mai 1838, est donnée en détail avec les figures nécessaires. Puis, l'auteur procède à l'étude physique et mathématique de la mise en mouvement de l'air par un tambour rotatif à ailes courbes et propose, en conclusion, quatre équations entre les diverses quantités connues et inconnues qui entrent dans le problème.

Se proposant enfin, comme application de cette théorie, de combiner un ventilateur aspirant à force centrifuge qui puisse produire les mêmes effets que la machine aspirante à pistons de l'Espérance, il détermine numériquement les diverses dimensions et conditions de fonctionnement.

Mais, à l'époque même où Combes publiait son mémoire sur l'aérage des mines, l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles avait, dans son programme pour le concours de 1840, proposé la question suivante : Rechercher et discuter les moyens de soustraire les travaux d'exploitation des mines de houille aux chances d'explosion.

Quatorze mémoires furent présentés au concours. L'Académie, en raison de la publication des travaux de Combes, s'abstint de

décerner le prix proposé ; mais elle récompensa cinq des mémoires concurrents et en ordonna l'impression ainsi que celle du rapport sur le concours.

Or ces travaux apportaient des faits nouveaux, proposaient des moyens divers pour aérer les travaux des mines. Combes entreprit donc de publier une addition à son traité de l'aérage, de défendre certaines de ses opinions contre les critiques dont elles avaient été l'objet, de compléter et même de rectifier certaines autres.

C'est dans ce mémoire de 1840 qu'il faut chercher le type et la théorie du ventilateur Combes.

Une première équation, tirée de la règle de Torricelli, détermine la vitesse absolue d'entrée de l'air dans les aubes de la roue en fonction des hauteurs des colonnes d'air, supposées incompressibles, qui mesurent les pressions dans la mine et à l'entrée des aubes. Comme la compression que l'air éprouve par le jeu de la machine est une très petite fraction de la pression extérieure, on assimile le mouvement de l'air à celui d'un liquide et on fait abstraction des faibles variations de densité qui accompagnent les variations de pression. Par contre, on tient compte, à l'aide d'un coefficient approprié, de la contraction que subit la veine d'air en pénétrant dans les aubes assimilées à des ajutages. Cette correction importante ne figurait pas dans le mémoire primitif.

Une seconde équation est établie entre la vitesse angulaire de rotation, les rayons intérieur et extérieur du tambour et les pressions à l'entrée et à la sortie des aubes. Cette équation explique l'influence du mouvement de rotation sur la circulation de l'air dans les aubes.

Dans le mémoire primitif, le frottement de l'air dans ces canaux a été négligé pour éviter une trop grande complication du calcul ; mais ce frottement est considérable et exerce sur l'effet de la machine une influence marquée. Cette considération n'avait pas échappé à l'auteur qui produisait même un calcul numérique montrant que la hauteur génératrice perdue par cette cause atteignait les 7/10 (1) de la hauteur utile ; elle l'avait conduit à écourter huit ailes sur douze dans le tambour mobile et aussi à supprimer la plus grande partie des cloisons directrices tracées dans l'ouïe du ventilateur.

(1) Voir *Erratum et note additionnelle au mémoire sur l'aérage des mines*, 1839, tome 2, page 252.

Dans le supplément au traité d'aérage, on a introduit dans la seconde équation l'effet de ces frottements de l'air dans les aubes.

Le nombre des ailes a été réduit de douze à six, leur courbure et, par suite, leur développement, a été diminué; les aires des orifices d'entrée et de sortie des aubes ont été rendues presque égales, de sorte que la vitesse relative de l'air dans les aubes reste sensiblement constante.

L'équation [3] écrit que la vitesse absolue d'entrée de l'air dans les aubes est dirigée suivant la résultante de la vitesse de rotation et de la vitesse relative de l'air par rapport à l'aile, laquelle doit être tangente à celle-ci à son origine.

Cette condition peut seule autoriser l'hypothèse de la constance de la pression dans le parcours de l'aube. Elle est nécessaire pour que l'air ne frappe pas inutilement les ailes en mouvement.

Enfin, la quatrième et dernière équation traduit la condition de permanence du mouvement de l'air; les masses, et puisqu'on néglige les variations de densité, les volumes d'air qui entrent dans les aubes et qui sortent de celles-ci sont égales, d'où une relation entre les vitesses relatives à l'entrée et à la sortie et les aires de passage comptées normalement à ces vitesses.

Ces quatre équations, soumises à des calculs algébriques dans le détail desquels nous ne pouvons entrer, montrent que la vitesse relative de l'air à sa sortie des ailes doit, pour l'économie de force motrice, être dirigée en sens inverse de la vitesse de rotation et égaler celle-ci en grandeur autant que possible.

Pour remplir la première condition, les ailes sont tangentes à la circonférence extérieure du tambour; la seconde avait conduit Combes à choisir avec soin l'angle que faisaient avec la circonférence intérieure du tambour les directrices fixes qu'il a été conduit ensuite à abandonner.

Mais ces quatre équations générales ne permettent naturellement pas de déterminer toutes les inconnues du problème, c'est-à-dire toutes les formes et dimensions des organes et toutes les conditions du fonctionnement de l'appareil, les seules données étant, comme il a été dit, le débit et la dépression. Autrement dit, le problème posé est indéterminé, comme le sont d'ailleurs forcément tant d'autres problèmes de mécanique. L'auteur le reconnait expressément dans son mémoire de 1839, tout en s'attachant à donner des moyens de choisir raisonnablement les valeurs des éléments non déterminables. Dans le mémoire additionnel, il montre que, lorsqu'on connait toutes les dimen-

sions du ventilateur et lorsqu'on se pose la condition d'une vitesse nulle à la sortie de l'air, toutes les conditions du fonctionnement peuvent se tirer des quatre équations générales et, en particulier, le débit.

Mais la valeur trouvée pour celui-ci doit être réelle. Or, les calculs numériques présentés dans le mémoire additionnel sur le ventilateur proposé dans le mémoire primitif fournissent une valeur imaginaire.

Il en résulte qu'il est impossible de réaliser avec ce premier type la double condition d'une entrée sans choc de l'air dans les aubes et d'une vitesse de sortie nulle. Cela tient, sans doute, à ce qu'on n'avait pas fait état, dans l'établissement de ce type, du frottement de l'air dans les aubes. De là, dans le type définitif, la diminution de la longueur des ailes, la réduction de la différence entre les rayons intérieur et extérieur du tambour. On sacrifie ainsi la condition de la vitesse nulle à la sortie, vitesse qu'on peut d'ailleurs maintenir à une valeur faible; l'air peut entrer dans les aubes suivant une direction radiale et les directrices, qui engendrent aussi des frottements, peuvent être supprimées.

C'est d'après ce type modifié que l'auteur étudie successivement, en détail, trois ventilateurs destinés à des usages divers, comportant de grandes différences dans les débits et dans les dépressions. Il trouve, pour tous trois, en laissant de côté les frottements des parties solides de la machine les unes contre les autres, un effet utile supérieur à 60 0/0, qui dépasserait notablement celui des ventilateurs à ailes rectilignes.

La théorie du ventilateur qui résulta des travaux successifs de Combes fut universellement acceptée en même temps que le type proposé servait de base à de nombreuses combinaisons de machines à force centrifuge. Nombre d'ingénieurs, de professeurs et de savants cherchèrent des formules, soit pour pénétrer plus avant dans l'étude des phénomènes, soit pour interpréter le fonctionnement d'appareils nouveaux.

C'est à cet ensemble de travaux que s'en prend M. Courtois dans la première partie de son livre. Il ne critique pas tant l'exactitude des équations présentées que leur opportunité ou, si l'on veut, leur légitimité. Il reproche aux auteurs d'avoir introduit dans leurs équations telles variables plutôt que telles autres, d'avoir enfreint le théorème de Bernouilli en prêtant au mouvement permanent d'une colonne d'eau des propriétés qui ne con-

viendraient qu'à une molécule isolée, d'avoir spéculé à tort sur l'énergie cinétique communiquée au fluide par la rotation du tambour et sur sa récupération par des diffuseurs. Il s'attache à montrer, de plus, que les conclusions de ces théories ne sont pas admissibles et sont contredites par les faits. Pour certaines données, elles conduiraient à l'absurde.

Il est certain que les tambours à ailes radiales (le Guibal est à peu près dans ce cas) débitent aussi bien que ceux à ailes courbes et que certains ventilateurs dont les ailes tournent avec leur concavité en avant comme, par exemple, celui de P. Ser et ceux de notre Collègue E. D. Farcot et de M. l'Ingénieur des Mines Rateau donnent de très bons résultats.

Par contre, on ne saurait proposer sérieusement à des mineurs pourvus de ventilateurs Guibal de sacrifier la cheminée évasée ou diffuseur de 8 à 10 *m* de hauteur; ils savent trop bien l'avantage économique qu'ils en retirent. Cette cheminée permet d'utiliser l'énorme force vive de l'air s'échappant à l'extrémité des ailes; elle augmente la pression en diminuant la vitesse; elle accroît le pouvoir déprimant et le rendement mécanique. Elle a été imitée d'une façon presque générale.

D'ailleurs, M. Courtois ne se serait peut-être pas montré aussi sévère pour certains travaux d'ordre à la fois scientifique et pratique qu'il ne mentionne pas, mais qui semblent cependant avoir donné satisfaction aux esprits les plus rigoureux. Citons, par exemple, ceux de Ser, en 1878 (1), ceux de M. J. Farcot, en 1886, ceux plus récents de M. Rateau. Ce dernier, en se servant du théorème des moments des quantités de mouvement et non plus du théorème des forces vives ou de celui des quantités de mouvement, a réussi à présenter une théorie lumineuse de toutes les machines à force centrifuge actionnant l'air ou l'eau ou actionnées par ces fluides (2).

Nous n'aimerions pas à conclure avec l'auteur que la théorie de l'école de Combes doit être rejetée par les praticiens. Nous reconnaissons, toutefois, qu'elle laisse encore le problème à l'état d'indétermination, qu'elle doit être maniée avec prudence en s'assurant, dans chaque cas particulier, que les hypothèses sur lesquelles les calculs sont basés sont effectivement réalisées. Il n'en reste pas moins à l'illustre Ingénieur le mérite d'avoir, il y a soixante ans, porté le premier la lumière de l'analyse sur des

(1) Prix Ronna en 1879.
(2) *Revue de Mécanique*, 1897, pages 629 et 828.

phénomènes compliqués et délicats et d'avoir ainsi servi de guide à toute une pléiade de calculateurs et de chercheurs dont les travaux ont amené le développement et les progrès des divers appareils à force centrifuge.

La seconde partie de l'ouvrage est intitulée : Théorie dite « statique » des pompes centrifuges. Elle forme le développement d'une étude publiée par l'auteur en 1881 (3). C'est une théorie des machines centrifuges basée sur la détermination du niveau d'élévation statique qu'établit, pour chacun de ses nombres de tours, soit un tambour mobile de pompe refoulant dans un tuyau vertical indéfini, soit un tambour mobile de ventilateur soufflant en réservoir clos.

L'auteur considère un ensemble formé d'une pompe à force centrifuge à axe horizontal, d'une conduite d'aspiration inclinée et d'une conduite de refoulement verticale. Il énumère d'abord les diverses causes d'absorption d'énergie dans les nombreuses parties de l'appareil, en débit normal.

Il en trouve treize et il pose sa première équation en écrivant que le travail total dépensé est égal à la somme de ces treize travaux.

Il évalue ensuite chacun de ces termes en fonction des variables dont il dépend. Ces évaluations sont, par la force des choses, quelquefois vagues et quelque peu arbitraires.

Substituant alors ces treize valeurs aux termes représentant les diverses pertes de travail, M. Courtois arrive à l'équation générale.

Or, sur les treize termes du second membre de cette équation, il y en a dix qui ont le débit comme facteur commun. Les quantités de travail qu'ils représentent sont la conséquence directe du fait même de l'élévation de l'eau. Elles s'annulent lorsque la pompe ne donne aucun débit.

Les trois autres termes qui se rapportent aux frottements des parties de l'appareil et aux frottements du tambour dans l'eau ont trait au mouvement même de la machine. Ils existent, soit que la pompe débite, soit que l'eau s'y maintienne seulement à un niveau fixe. M. Courtois admet, sans raisons suffisantes, croyons-nous, que ces trois quantités de travail resteront les mêmes dans les deux cas. On peut ainsi égaler le travail total à la somme de ces deux groupes, c'est-à-dire au travail corres-

(3) Dunod, éditeur.

pondant à l'élévation de l'eau et au travail des frottements de la machine.

En d'autres termes, l'auteur conclut que, pour que l'eau s'écoule au refoulement, il lui faut fournir un excès d'élévation égal à la hauteur génératrice d'évacuation, plus la somme des pertes de charge inhérentes à l'accomplissement du phénomène lui-même. Il faut donc, pour qu'il y ait débit, que la pompe ait une allure telle que, la vanne de décharge étant fermée, le niveau de l'eau s'élève dans le tuyau de refoulement prolongé verticalement à un niveau plus élevé et se maintienne à ce niveau s'il n'y a pas écoulement.

M. Courtois arrive, par des considérations fort originales, à l'énoncé suivant qu'il représente comme fondamental :

Quand un niveau d'élévation statique est établi par une pompe centrifuge, la vitesse circonférentielle extérieure de l'aubage de son tambour mobile est égale à la vitesse que la gravité imprimerait à un corps tombant de cette hauteur d'élévation.

Parmi les différents points traités à l'abri de la théorie qui vient d'être exposée, on lira avec intérêt les considérations relatives au choix du nombre des ailes du tambour et à la limite de la vitesse circonférentielle à l'entrée de l'eau dans l'aubage, le calcul du rendement et la détermination de son maximum pour une hauteur d'élévation donnée.

La deuxième partie se termine par un tableau et un graphique donnant les résultats de l'application de la méthode à une pompe centrifuge déterminée pour différents nombres de tours variant de 541 à 765 par minute. L'auteur reconnaît, avec une entière bonne foi, que les résultats ainsi calculés ne concordent pas constamment avec les faits de la pratique.

Dans la troisième partie du livre se trouvent les recherches expérimentales. Elles ont été faites en 1883 au Service des Eaux de la Ville de Paris, quai d'Auteuil, sur une pompe de 400 *mm* construite avec le concours de l'auteur par MM. Olry et Grandemange. Elle ont porté sur l'installation complète de la pompe avec conduite inclinée d'aspiration et conduite verticale de refoulement.

Nous nous permettrons de critiquer ce mode d'expérimentation. Toutes ces longueurs de tuyaux, tous ces coudes et étranglements amènent des résistances au mouvement de l'eau qui sont, en réalité, simplement adventives et qui pouvaient être évitées. Il résulte, de plus, des explications de l'auteur, que l'ins-

tallation était fort mal montée, présentait des vices nombreux de construction faciles à supprimer. Ces conditions n'étaient guère favorables à la recherche ou au contrôle des lois suivant lesquelles la rotation d'un tambour à force centrifuge produit l'élévation de l'eau, ce qui était proprement l'objet même de la recherche.

Il a été fait onze essais : on déterminait à chaque fois la hauteur d'élévation, le nombre de tours, le débit et, à l'aide du frein de Prony, le travail moteur dépensé.

Dans l'un de ces essais, le nombre de tours a été ajusté de façon que la pompe ne débite plus que par intermittence et en très faible quantité. La hauteur à laquelle s'est ainsi maintenu sensiblement le niveau d'élévation statique a été de 6,52 *m* ; la hauteur d'élévation statique, calculée d'après la vitesse circonférentielle extérieure de l'aubage correspondant au nombre de tours constaté, aurait dû être, suivant l'énoncé fondamental ci-dessus, de 6,95 *m*. Il y a là un écart de 0,43 *m* qui, malgré les explications essayées, ne peut être considéré comme une vérification satisfaisante de l'énoncé fondamental.

Les résultats des essais fournissent un grand nombre de calculs numériques. Prenant comme type l'un des essais, on calcule la hauteur statique d'élévation. Puis on détermine les hauteurs d'eau correspondant à l'élévation utile et aux résistances qui l'accompagnent. Mais, parmi ces dix termes, il en est un, celui qui provient des difficultés de circulation de toutes sortes, tant à l'aspiration qu'au refoulement, aux vices de construction, qui ne peut être calculé. L'auteur évalue ce terme par différence.

Considérant ensuite successivement quelques-uns des autres essais, on transporte dans le calcul la hauteur totale représentative des pertes de charge, telle qu'elle a été déterminée à l'aide de l'expérience-type et l'on rapproche la hauteur totale qui résulte du calcul de celle que fournit l'énoncé fondamental. On obtient deux nombres plus ou moins voisins et l'auteur croit pouvoir dire, à l'aide des rapprochements obtenus par une voie aussi détournée, que sa théorie est suffisamment contrôlée par l'expérience.

Il était vraiment difficile d'espérer qu'un petit nombre d'épreuves dans lesquelles on n'a guère fait varier, et encore, dans une faible mesure, que la vitesse de rotation sans changer ni l'aubage, ni aucune des deux parties de la hauteur d'élévation, pourraient donner beaucoup de lumière. Une équation à 14 termes, dont

plusieurs n'ont pu être établis, en fonction des variables dont ils dépendent, qu'avec une assez grande incertitude, aurait voulu, pour sa vérification, un nombre énorme d'expériences minutieuses.

Et, cependant, ces expériences ont fait ressortir certaines observations d'un grand intérêt. Elles montrent, par exemple, l'influence prépondérante des résistances dues au mouvement dans l'eau des tambours à ailettes. Ces résistances absorbent jusqu'au quart du travail total dépensé. Elles montrent encore que, dans certaines conditions, il se produit une dépression dans les joints entre les flancs du tambour et l'enveloppe de la pompe : quelquefois on constate, à l'aide d'un robinet d'épreuve, que l'air atmosphérique y est attiré ; d'autres fois, au contraire, comme, par exemple, lorsqu'on étrangle le débit en obturant en partie l'orifice de refoulement, l'eau sort de ce joint à plein fouet par un robinet d'épreuve, au grand détriment du rendement.

Le plus haut rendement mécanique observé a été de 66,5 0/0. Le rendement volumétrique est généralement élevé et dépasse quelquefois l'unité.

La quatrième et dernière partie de l'ouvrage est consacrée à l'application des pompes centrifuges aux grandes hauteurs d'élévation. On conclut à la supériorité des pompes conjuguées sur une pompe unique et on cherche à déterminer le fractionnement le plus avantageux de la hauteur d'élévation.

On voit que l'ouvrage de M. Courtois est intéressant tant par les expériences qu'il rapporte que par les vues théoriques qu'il expose. Si nous nous sommes permis, au cours de notre examen, certaines objections et l'expression de quelques doutes, il n'en est pas moins certain qu'on se trouve en présence d'une œuvre sincère poursuivie depuis vingt ans avec énergie et avec ingéniosité. Il semble que, pour couronner cette œuvre, il faudrait une nouvelle série d'expériences dans lesquelles on s'attacherait à séparer le mieux possible, d'une part, l'aspiration et, d'autre part, le refoulement de l'eau par un tambour rotatif, des phénomènes accessoires qui gênent pour en reconnaître les lois.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 7018-4-00. — (Encre Lorilleux).

icule au

automoteu

ur secondaire.

e par CD

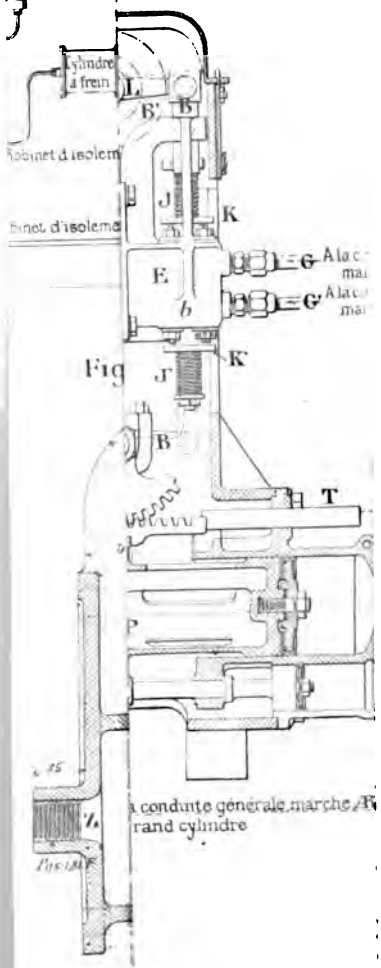


Fig 18. Vue par bout

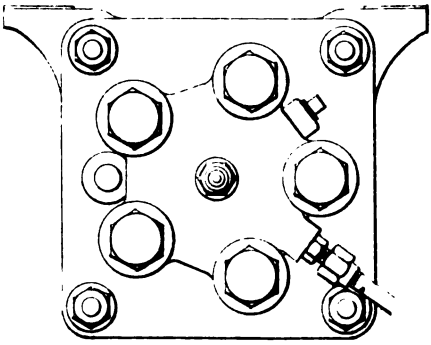


Fig 19. Coupe par CD

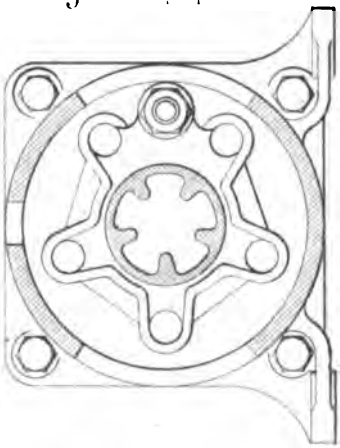
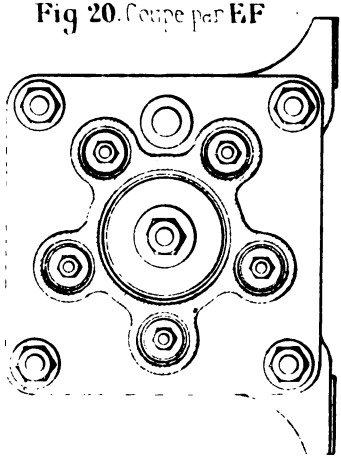


Fig 20. Coupe par EF



Echelles

Diametre du	0m 25 par mèt
Diametre m	0m 10 par mèt
d'enrouleme	
Hauteur du	0m 133 par mèt
Pas	
Nombre de	

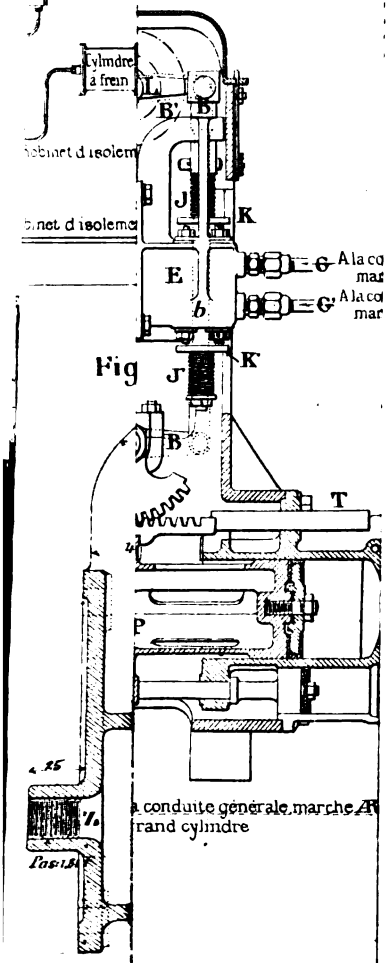
L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

.icule au

automoteu

ur secondaire.

e par CD



Fig

Fig. 18. Vue par bout

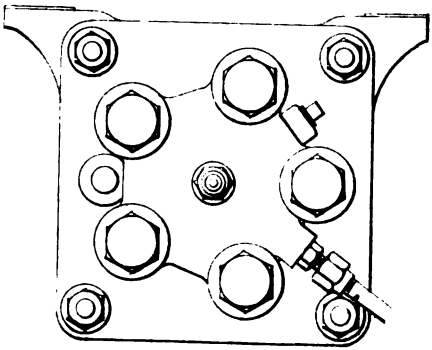


Fig. 19. Coupe par CD

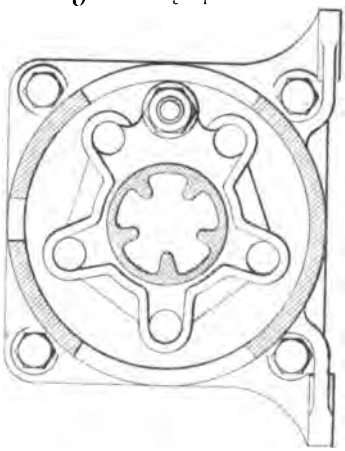
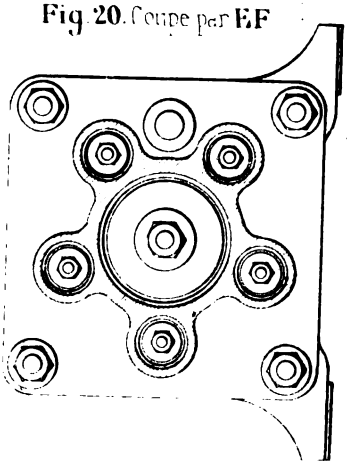


Fig. 20. Coupe par EF



Echelles

Diamètre d	0m 25 par mè
Diamètre m	0m 10 par mè
d'enroulem	
Hauteur du	0m 133 par mèt
Pas	
Nombre de	

L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 6 AVRIL 1900

Présidence de M. CANET, Président.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Au sujet du procès-verbal de la dernière séance, il est donné lecture d'une lettre de M. M. BOUCHET faisant l'observation suivante :

« A la fin de sa communication, M. Lavezzari a annoncé que la Compagnie de l'Ouest faisait usage des électros Timmis pour les manœuvres de signaux. Il est exact que la Compagnie de l'Ouest a fait les premiers essais au moyen de ces appareils ; mais, maintenant, elle emploie exclusivement, pour la manœuvre de tous les appareils de la voie, aiguilles, pédales, signaux, etc., un nouveau dispositif d'électro-aimant beaucoup plus puissant, ainsi qu'un interrupteur de mon système. »

M. LAVEZZARI nous a fait parvenir la réponse qui suit :

« Je tiens à faire remarquer que j'ai dit : « On conçoit facilement que » l'on peut même supprimer toute manœuvre automatique, et la rem- » placer par une manœuvre à la main. C'est dans ces conditions que » la Compagnie de l'Ouest en a fait l'expérience, sous la haute direction » de M. Toulon, Ingénieur du matériel fixe. Ces expériences ont d'ailleurs » donné toute satisfaction, et la Compagnie en étend l'emploi, avec des » modifications étudiées par ses Ingénieurs et appropriées au besoin à » son exploitation. »

» Dans ces phrases, il est question de l'ensemble du système et non de l'électro-aimant seul. Quant au système de M. Bouchet, il se peut qu'il fasse partie des modifications que j'ai mentionnées moi-même; je l'ignore complètement ; mais le fait de l'adoption de notre système par l'Ouest n'en persiste pas moins, puisque, après un essai de plusieurs mois, la Compagnie a acheté nos brevets. »

Sous bénéfice de ces observations, le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer à la Société le décès de MM. :

G. Anceau, ancien élève de l'École Centrale (1873), Membre de la Société depuis 1878 ; a été Ingénieur constructeur d'appareils de chauffage et de ventilation ;

A.-F. Hauet, Membre de la Société depuis 1880, a été Ingénieur aux

Compagnies du Nord, du P.-L.-M. et de Grande-Ceinture, Membre du Comité en 1886, 1887, 1888-1890, chevalier de la Légion d'honneur;

J. Pie y Allue, Membre de la Société depuis 1895, Ingénieur du corps national des mines en Espagne, a été Ingénieur en chef des Mines de la Compagnie d'Aguilas (province d'Alméria); M. Pie y Allue était l'auteur d'un ouvrage intitulé *Tables tachimétriques pour la division sexagésimale et centésimale*, dont nous possédons un exemplaire à la Bibliothèque;

J. Rauly, Membre de la Société depuis 1880, ancien manufacturier;

E. Vlasto, ancien élève de l'École Centrale (1871), Membre de la Société depuis 1873, ancien administrateur de la Société industrielle des Téléphones. Notre ancien Président, M. G. Dumont, qui représentait la Société à ses obsèques, a exprimé tous les regrets que nous éprouvons de la perte de ce distingué Collègue. Une notice sur ses travaux sera insérée au *Bulletin*.

M. LE PRÉSIDENT est heureux d'annoncer que :

M. E. Barberot a été nommé officier d'Académie;

M. Jean Cousin a été nommé chevalier de l'ordre de saints Maurice et Lazare;

M. J. Suss a été nommé grand croix du Mérite militaire d'Espagne.

M. LE PRÉSIDENT informe la Société que notre Collègue M. Dragu, Inspecteur général chef du service du matériel aux chemins de l'État roumain, professeur à l'École des Ponts et Chaussées de Bucharest, a accepté la proposition qui lui a été faite, au nom du Comité, de représenter la Société en Roumanie, en remplacement de notre Collègue Duca, récemment décédé. M. LE PRÉSIDENT remercie M. Dragu de son acceptation.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir de faire connaître à la Société le don de 100 *f* qui nous a été fait par notre nouveau Collègue, M. L.-V.-A. Michon. Il lui adresse tous nos remerciements.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance, liste qui figurera au prochain *Bulletin*. Parmi ces ouvrages, il signale le travail de M. L. Baclé sur *les Plaques de blindage*.

M. LE PRÉSIDENT annonce à la Société que notre Collègue M. d'Abramson, représentant délégué de l'Administration des chemins de fer de l'Empire de Russie à l'Exposition Universelle de 1900, nous informe que les Membres de la Société désireux d'avoir des renseignements sur les Chemins de fer russes trouveront le meilleur accueil à la délégation, 51, avenue d'Antin. M. LE PRÉSIDENT remercie notre Collègue de son aimable communication.

M. le Ministre des Colonies nous avise : 1° d'une adjudication à Hanoï, le 21 août prochain, pour la fourniture des rails, traverses et appareils nécessaires à la construction de différentes lignes de chemins de

fer au Tonkin; 2° d'une adjudication, en cette même ville, le 27 septembre 1900, de travaux de fondation, maçonneries, fourniture et pose de charpentes métalliques pour la construction de grands ponts à établir sur la ligne de Hanoï à Ninh-Binh.

Les documents concernant ces deux adjudications peuvent être consultés au Ministère des Colonies, Inspection générale des travaux publics, 3e direction, 2e bureau, et à l'Office national du Commerce extérieur, 3, rue Feydeau.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que, par suite du décès de notre regretté Collègue M. Pérignon, il y a lieu de procéder, à la séance de ce jour, à son remplacement au Comité. Avis en a été donné plus de huit jours avant la présente séance, délai prescrit par l'article 11 du règlement.

M. LE PRÉSIDENT invite les Membres de la Société à désigner des candidats, et fait procéder au vote.

A la suite de ce vote, M. P. Regnard est élu Membre du Comité pour le restant de l'année 1900.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Max de Nansouty, *Coup d'œil d'ensemble sur l'Exposition Universelle de 1900.*

M. LE PRÉSIDENT regrette que notre Collègue soit empêché de venir présenter lui-même sa communication. Il donne la parole à M. G. Courtois, qui a bien voulu se charger de ce soin.

M. G. COURTOIS résume le travail de M. Max de Nansouty, et passe rapidement en revue les installations édifiées dans les différentes parties de l'Exposition.

Il rappelle d'abord les moyens de communication et de transport. En dehors du pont Alexandre III, dont M. Alby nous a déjà parlé l'an dernier, et du pont d'Iéna, élargi de 10 *m*, les visiteurs disposeront de trois passerelles : une contre le pont des Invalides, une autre contre le pont de l'Alma (ces deux ponts restant en dehors de l'enceinte de l'Exposition), et une troisième, isolée, située en face du Palais des Armées de terre et de mer. Les moyens de transport sont au nombre de deux : la plate-forme roulante à deux vitesses, décrite ici par notre Collègue M. Armengaud, et le chemin de fer électrique, dont le trajet se confond sensiblement avec celui de la plate-forme roulante.

M. Courtois passe ensuite à la visite proprement dite, de la Porte monumentale au Champ-de-Mars. Il décrit rapidement les deux Palais des Champs-Elysées, qui ont fait l'objet d'une communication lors de notre Cinquantenaire. Puis, traversant le pont Alexandre III, il énumère les Palais élevés sur l'Esplanade des Invalides : Manufactures nationales, Industries diverses (papeterie, bijouterie, coutellerie, etc.), Décoration et Mobilier des édifices publics et des habitations.

En suivant le quai de la rive gauche, on s'engage dans la merveilleuse rue des Nations, avec ses 24 pavillons disposés sur deux rangs. Puis viennent le Palais de l'Hygiène, celui des Armées de terre et de mer, le Pavillon du Creusot, le Palais de la Navigation de commerce, et enfin celui des Forêts, Chasse, Pêche et Cueillettes.

Sur la rive droite de la Seine, du pont Alexandre III au Trocadéro.

on rencontre le Pavillon de la Ville de Paris, les serres monumentales abritant l'Exposition d'Horticulture et d'Arboriculture, le Palais des Congrès, la reconstitution du Vieux Paris, la Navigation de plaisance, et les Chambres de Commerce.

Dans les jardins du Trocadéro se trouvent, à droite en regardant la Seine, les expositions des Colonies et Protectorats français, et, à gauche, les expositions des Colonies étrangères.

En traversant le pont d'Iéna, on arrive au Champ-de-Mars. De chaque côté de la Tour Eiffel sont installées une foule d'attractions de tous genres : Palais de l'optique, Panoramas de toutes sortes, Palais du costume, etc.

En montant vers l'École militaire, on rencontre, à main droite, les expositions suivantes : Lettres, Sciences et Arts, Éducation et Enseignement, Génie civil et moyens de transport, Industries chimiques. On arrive ainsi au Palais de l'Électricité, qui produira toute l'énergie distribuée en force et lumière; en avant de ce Palais se trouve le château d'eau monumental, derrière lequel est installée la double usine de force motrice qui pourra produire 20 000 *ch.* Enfin, tout à l'arrière, l'ancienne Galerie des Machines contient : au centre, la Salle des Fêtes, et, de chaque côté, l'exposition de l'Agriculture et des Aliments. En redescendant la partie gauche du Champ-de-Mars, on rencontre successivement : la Mécanique, les Fils, Tissus et Vêtements, et enfin les Mines et la Métallurgie.

M. Courtois donne ensuite de sommaires indications sur l'Annexe considérable construite à Vincennes, et qui contiendra les Habitations ouvrières, le Matériel de chemins de fer, l'exposition des Automobiles, du Cycle et de l'Aérostation, la Colombophilie, etc.

M. Courtois termine en rendant hommage aux hommes éminents qui auront mené à bonne fin cette œuvre colossale, ainsi qu'à tous les Membres de la Société qui, à des titres divers, auront contribué à son succès.

M. LE PRÉSIDENT remercie MM. Max de Nansouty et Courtois de l'intéressante promenade qu'il nous ont fait faire, sans fatigue, à travers les Palais de l'Exposition. Les explications qu'ils nous ont données nous permettront de ne pas nous y égarer, — ou de ne nous y égarer qu'à bon escient.

L'ordre du jour appelle les communications de M. Puech et de M. Bergé sur la question de l'épuration et de la stérilisation des eaux, si importantes pour l'hygiène publique. Aussi M. LE PRÉSIDENT exprime-t-il le vœu qu'elles entraînent une large discussion, qui lui paraît de nature à augmenter encore le bon renom des travaux de la Société. Les questions relatives aux eaux sortant complètement du cadre de ses études, si la discussion prend de l'ampleur, il priera notre Vice-Président M. Badois, très compétent en la matière, de vouloir bien la diriger, et de résumer, s'il y a lieu, les conclusions qui découleront des idées émises.

Il donne la parole à M. Puech pour sa communication sur *les Filtres dégrossisseurs de son système installés à Ivry pour le compte de la Ville de Paris.*

M. A. Puech raconte les diverses étapes de son invention, et met ainsi à nu l'économie de son système de *préfiltration*, dont les caractéristiques sont les suivantes :

1° Support des couches filtrantes, constitué par des tôles perforées de 4 *mm*;

2° Adoption du gravier comme matière filtrante;

3° Couches de 0,20 *m* d'épaisseur;

4° Série de graviers de grosseurs différentes, classés par compartiments juxtaposés;

5° Graduation des mailles de la plus large à la plus fine, et passage successif de l'eau à travers ces mailles;

6° Classement des matières en suspension dans l'eau, et possibilité d'épurer les eaux les plus rebelles;

7° Nettoyage des graviers dans le filtre même.

M. Puech présente d'abord, à l'aide de projections, les filtres installés à son usine de Mazamet, qui fonctionnent depuis plusieurs années, puis les filtres qu'il a installés à Ivry pour la Ville de Paris. Ces derniers constituent deux groupes de trois bassins dégrossisseurs, mesurant ensemble 700 m^2 et débitant 20 000 m^3 d'eau par vingt-quatre heures. Le nettoyage superficiel se fait au râteau; le nettoyage complet se fait à la houe.

Les analyses officielles, au nombre de sept, ont révélé que les dégrossisseurs Puech éliminent 80 % des microbes contenus dans l'eau de Seine. Quant aux avantages pécuniaires de la préfiltration, M. Puech estime qu'il peuvent atteindre 70 %, tant comme prix de premier établissement que comme frais d'entretien.

En terminant, et pour expliquer les causes qui amènent ces résultats, M. Puech présente une double projection schématique : d'un côté, la coupe d'un filtre classique à sable fin où, sur une couche haute de 1,40 *m*, 3 *cm* seulement ont un effet utile; de l'autre côté, une coupe de filtres Puech à 7 compartiments, où, suivant l'inventeur, tous les éléments concourent à l'épuration, depuis le gros gravier jusqu'au sable fin.

M. le Président remercie notre Collègue M. Puech d'avoir apporté à la Société les résultats de ses études et de ses expériences.

La discussion pourra venir utilement après la communication de M. Bergé sur *la Stérilisation des eaux alimentaires;* il donne donc la parole à M. Bergé.

M. A. Bergé constate que, si les filtres peuvent donner une eau claire, ils ne parviennent généralement pas à fournir une eau réellement potable : il faut donc, dans la plupart des cas, recourir à l'épuration par des produits chimiques.

Parmi ces produits, l'ozone a été proposé depuis longtemps, mais M. Bergé estime que sa préparation est coûteuse, et que, en raison de sa faible solubilité dans l'eau, il faut des dispositions spéciales pour arriver à un mélange suffisant de l'eau et du stérilisant.

M. Bergé expose la méthode qu'il a imaginée avec son père, et qui consiste à employer le peroxyde de chlore comme stérilisant. La préparation se fait facilement en décomposant le chlorate de potasse par l'acide sulfurique à 58° Baumé : un courant d'air à pression constante

entraîne le peroxyde, qui vient barboter dans de l'eau où il se dissout complètement. Il est aisé de préparer ainsi des solutions stérilisantes concentrées. Par le simple mélange de ces solutions en quantité voulue, on assure la complète stérilisation de l'eau : il suffit généralement d'un milligramme de peroxyde pour stériliser un litre d'eau.

L'opération peut se faire ainsi qu'il vient d'être dit pour des distributions importantes, comme celles de Lectoure et d'Ostende ; il est également très aisé de stériliser un simple verre d'eau.

L'excès de peroxyde de chlore qui pourrait rester dans l'eau stérilisée se détruit en quelques heures, mais on peut l'éliminer immédiatement par simple filtration sur du coke.

Pour prouver l'efficacité et l'innocuité de sa méthode, M. Bergé cite, entre autres, le rapport du docteur Ogier, dont les conclusions ont été adoptées par le Comité consultatif d'hygiène de France. L'inventeur estime que le peroxyde de chlore est moins irritant que l'ozone, auquel il reproche son action inflammatoire sur les voies respiratoires; suivant lui, le coût de son procédé serait très faible, car la dépense pour la production du peroxyde ne dépasserait pas, pour de mauvaises eaux, *vingt-six centièmes* de centime par mètre cube d'eau à stériliser. Enfin, la facilité de la production permettrait d'employer des appareils solides et très résistants, et l'amortissement de l'installation serait très minime.

M. Le Président adresse les remerciements de la Société à notre nouveau Collègue, M. Bergé, pour son intéressante communication. Puis il invite M. Badois à provoquer une discussion sur les deux communications que nous venons d'entendre.

M. E. Badois fait observer qu'on est en présence d'une question fort intéressante, mais très délicate. Il y a peu d'années, on croyait que les eaux de source étaient les meilleures pour l'alimentation des villes; or, ces eaux sont maintenant discutées, parce que, trop souvent, elles sont contaminées par le mélange d'eaux de surface ou d'infiltrations suspectes. Comme remède, on propose de fabriquer artificiellement l'eau pure : le mot a été prononcé tout à l'heure.

La première question à poser serait la suivante : ne serait-il pas préférable et plus économique de faire l'effort nécessaire pour aller chercher l'eau pure naturelle là où elle se trouve en abondance, et pour la protéger contre tout mélange? Mais, aujourd'hui, la vogue est à la recherche des moyens d'obtenir l'eau pure par des procédés artificiels, et les deux intéressantes communications qu'on vient d'entendre en sont un témoignage évident. Ces communications montrent combien le problème est complexe. M. Puech indique deux opérations pour filtrer l'eau : dégrossissage qui la prépare à un filtrage avantageux, puis filtrage proprement dit; M. Bergé estime, avec certains hygiénistes, qu'il reste néanmoins des microbes dans l'eau sortant des filtres, et qu'il faut encore la stériliser.

Pour que la discussion soit méthodique, M. Badois propose de s'occuper d'abord du filtrage, première étape du traitement d'une eau trouble et impure. En conséquence, il ouvre la discussion sur la communication de M. Puech.

M. F. Brard considère les supports perforés comme une très heureuse innovation : le nettoyage est facile, le système est excellent, et il conviendrait de l'étendre à tous les filtres.

L'inventeur ne nous a pas indiqué le diamètre des trous, mais cette indication a été donnée ailleurs ; la première tôle est percée de trous de 10 *mm* et supporte du gravier de 12 à 15 *mm*; la deuxième a des trous de 8 *mm*, pour du gravier de 10 à 12 *mm*; puis, quand la vase arrive, la forme ronde est abandonnée, et, au lieu de trous circulaires de 4 *mm*, M. Puech recourt à des trous rectangulaires de 4×12 *mm*. La seule raison plausible de ce changement, c'est l'apparition de la boue, et M. Brard pense que, précisément, il faudrait arrêter avant cette apparition.

D'autre part, M. Puech accuse un débit de 30 m^3 par m^2 et par 24 heures. Or, ce chiffre diminue, puisqu'il faut procéder à des nettoyages : quelle est cette diminution et à quel moment faut-il nettoyer?

M. Brard rappelle ensuite ce qui a été fait avec des filtres à grande production. A Marseille, il paraît que le débit est de 13 m^3, à la vitesse de 4 *mm* par seconde, ce qui veut dire que l'eau descend de 4 *mm*. En Angleterre, les filtres passent de 4 à 4,5 m^3, au lieu de 2, indiqués par M. Puech. A Berlin, les renseignements portent sur la totalité des filtres, et il y a lieu, pour la comparaison, de faire une hypothèse sur le nombre de filtres utilisés en même temps : en admettant qu'on utilise ainsi 35 000 m^2 sur les 50 000 dont on dispose, M. Brard évalue le débit de 2,15 à 2,48 m^3, à des vitesses de 0,76 à 0,88 *mm*. Avec les appareils Puech, pour le débit indiqué de 30 m^2, la vitesse serait de 9 à 10 *mm*, avec une charge de 1 *m*.

Au sujet de la comparaison, faite par M. Puech, entre les filtres de Berlin et ceux de Zurich, M. Brard constate que, dans la première ville, il faut condamner les filtres au bout de 15 jours, et, dans la seconde, au bout de 48 jours : dans ces conditions, le filtre Puech n'aurait guère d'utilité. Par contre, le débourbeur Puech est excellent quand il y a beaucoup de matières en suspension.

Cet appareil débarrasse non seulement des matières organiques, mais encore des microbes. Toutefois, l'élimination est loin d'être complète. Avec l'eau d'Ivry, il reste encore, après traitement, 2 000 à 35 000 bactéries par centimètre cube : ce ne peut donc être qu'un traitement préparatoire. Quant aux matières organiques, l'eau d'Ivry en contient parfois jusqu'à 5,1 *mg*, et jamais moins de 1,6 *mg* : quelle est la quantité de matières organiques à la sortie des filtres? ne distribuera-t-on l'eau qu'autant qu'on descendra au-dessous de 2 *mg?* et comme l'efficacité de ces filtres est variable, par exemple suivant qu'ils ont été nettoyés depuis plus ou moins longtemps, à quel usage destine-t-on l'eau contenant 3, 4 ou 5 *mg*, quand, au mois d'août prochain, on la lancera dans la canalisation?

M. Puech remercie d'abord M. Brard de la bonne opinion qu'il a de son système, et répond à ses premières observations. Pour les petits trous, la forme ronde a été abandonnée parce qu'avec du gravier rond la vase amènerait l'obstruction, et rendrait le nettoyage pénible. Avec du gravier en amande, au contraire, on eût fait les trous ronds.

Quant au débit de 30 m^3, c'est un minimum. Tant qu'on obtient davantage, on est satisfait; dès qu'on a moins, on arrête et on nettoie. Il n'y a donc pas à considérer le cas où le débit est inférieur à 30.

M. Brard a dit, avec raison, que, dans les filtres classiques, le sable seul a de la valeur, tout le reste, soit 90 0/0, étant inerte : d'où l'utilité des supports. M. Puech annonce qu'il vient de faire breveter un nouveau système de support, moins coûteux que l'ancien. D'autre part, il poursuit ses expériences, en exagérant le principe de son système, c'est-à-dire en allant jusqu'au sable fin. Il nettoie le sable fin en le malaxant à la façon du gravier. Ces expériences pourront faire l'objet d'une communication ultérieure.

Il est possible qu'à Londres le débit aille jusqu'à 4 m^3 au lieu de 2. Quant aux exemples de Berlin et de Zurich, ils ont été empruntés aux ouvrages classiques, qui indiquent que, pour une même pureté de l'eau à la sortie du filtre, il faut, à Berlin, s'en tenir à un débit de 1,1 m^3, tandis qu'à Zurich on peut aller jusqu'à 4,5 m^3. S'il y a erreur dans ces chiffres, M. Puech se retranche derrière les savants à qui il les a empruntés.

M. Puech ne conteste nullement que ses filtres constituent simplement un système dégrossisseur : il l'a dit et redit. Sa seule ambition est d'avoir créé un procédé pratique de clarification qui permet en outre, pour l'eau potable, une bonne utilisation des systèmes finisseurs, systèmes Bergé, Otto, ou autres.

Aucun membre ne demandant la parole, et vu l'heure avancée, M. Badois propose de reporter la discussion du procédé Bergé à une autre séance, où la question de l'épuration par ce procédé ou des procédés similaires pourra être traitée avec toute l'ampleur qu'elle comporte.

Toutefois, au sujet des filtres Puech, M. Badois exprime le désir que des représentants autorisés de la Compagnie générale des Eaux et de la Ville de Paris apportent des renseignements sur l'exploitation de ce procédé à Nice et à Paris. S'il faut se résoudre à filtrer l'eau, le mieux est de le faire méthodiquement. Il n'y a pas eu de progrès notables dans ces questions jusqu'à ces dernières années, tandis que nous sommes maintenant les témoins de perfectionnements importants, et de tentatives intéressantes. Les détails que M. Puech a donnés sur la genèse de ses filtres, par suite des difficultés qu'il a dû vaincre dans son usine, sont très suggestifs. A Roubaix, on a éprouvé des difficultés analogues pour la clarification des eaux de l'Espierre, et, malgré de grosses dépenses de temps et d'argent, elles ne sont pas encore résolues.

Il y a donc lieu de féliciter notre Collègue du grand progrès qu'il a su réaliser.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. J.-A. Bellanger, E.-G. Decout-Lacour, M. Desbief, L. Harispe, Th.-A. Jund, E.-F. Linder, F. Loubriat, A. Manfredini, J. Marié, P. Maurel, G.-J. Pinaud, A.-J. Popineau, J.-E.-H. Soupey, J.-A. Vizet, comme Membres sociétaires; et de MM. A.-M.-M. Blum et J.-M.-G. Rouaix, comme Membres associés.

Sont admis comme Membres Sociétaires MM. :

J. Aubry, présenté par MM. A. Bourdon, Commelin, Lacauchie.
Ch.-A. Brière, — Ch. Baudry, E. Polonceau, Rigaud.
Ed. Chaboche, — Forestier, S. Périssé, L. Périssé.
G. Dorian, — Delaloe, E. Simon, F. Ollivier.
J. Faivre, — Dumont, Mesureur, Journolleau.
Z. Heryngfret, — d'Albert, Benet, A. Neveu.
L. Hommen, — Augé, Charliat, Laffargue.
A. Howatson, — Badois, Durenne, Paraf.
J.-H. Nouguès, — Brulé, Flocon, Milson.
L. Revel-Mouroz, — Durœux, Gouvy, L. Rey.
L. Saint-Martin, — Braun, Edelman, Julien.

Comme Membres Associés, MM. :

G. Chalus, présenté par MM. E. Bert, Cothias, Hérard.
P. Guérin, — Goujon, Journolleau, Loutreuil.

La séance est levée à minuit et quart.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

OUVRAGES REÇUS

Du 6 au 20 avril 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Agriculture.

Revenue Report of the Public Works Department, Irrigation Branch Bengal, for the year 1898-99 (in-4°, 330 × 210 de IV-112-XVIII p.). Calcutta, 1899. 39661

Astronomie et Météorologie.

DESPAUX (A.). — *Genèse de la matière et de l'énergie. Formation et fin d'un monde*, par A. Despaux (in-8°, 230 × 140 de 235 p.). Paris, Félix Alcan, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39679

Chemins de fer et Tramways.

Chemins de fer d'État du Sud-Ouest de la Russie. Outillage et fonctions du Laboratoire mécanique (in-4°, 310 × 245 de 23 p. avec 4 pl.). (Ouvrage en français et en russe). Kieff, 1900 (Don de M. d'Abramson, M. de la S.). 39668

Chemins de fer de l'État Russe, ligne du Sud-Ouest. Description du fonctionnement du Laboratoire chimique des chemins de fer Sud-Ouest et des procédés qui y sont adoptés pour les essais des matériaux (in-4°. 310 × 245 de 97-II p. avec 2 pl.). (Ouvrage en français et en russe). Kieff, 1900 (Don de M. d'Abramson, M. de la S.). 39669

DERANNE (E.) et PULIN (A.). — *Chemins de fer. Étude de la locomotive. La chaudière*, par E. Deranne et A. Pulin (in-8°, 255 × 165 de 607 p. avec 122 fig. et 2 pl.). (Encyclopédie industrielle fondée par M. C. Lechalas) (Don des auteurs, M. de la S.). 39662

LEROUX (G.) et REVEL (A.). — *La traction mécanique et les voitures automobiles*, par G. Leroux et A. Revel (Encyclopédie industrielle) (in-16, 180 × 115 de VIII-394 p. avec 108 fig.). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1900 (Don des auteurs, M. de la S.). 39670

SAUVAGE (E.). — *L'échappement et le tirage dans les locomotives.* Exposé N° 2, par Ed. Sauvage (Congrès international des chemins de fer. Sixième session, Paris, 1900. Extrait du Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer) (in-8°, 240 × 180 de 51 p. avec 24 fig.). Bruxelles, 1900 (Don de l'auteur). 39665

Chimie.

GARÇON (J.). — *Répertoire général ou Dictionnaire méthodique et bibliographique des Industries tinctoriales et des Industries annexes, depuis les origines jusqu'à la fin de l'année 1896. Technologie et Chimie*, par Jules Garçon. Tome I. Premier fascicule (in-8°, 250 × 165 de 74 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1900 (Don de l'Éditeur). 39676

Construction des Machines.

SAUVAGE (E.). — *Rapport fait par M. E. Sauvage, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un compresseur d'air à deux phases, présenté par la Compagnie Fives-Lille* (Extrait du Bulletin de Janvier 1900 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale) (in-4°, 270 × 220 de 16 p. avec 3 fig.). Paris, Chamerot et Renouard, 1900 (Don de l'auteur). 39664

Unification des filetages sur tubes (Extrait du Bulletin de Février 1900 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale) (in-4°, 270 × 215 de 11 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1900 (Don de la Société d'Encouragement). 39682

Économie politique et sociale.

Album national du commerce et de l'industrie, 1900, 38e année (in-4°, 390 × 290 de 255 p.). Paris, 46, rue Sainte-Anne, 1900 (Don de M. Pierre Meynier). 39686

Bases statistiques de l'assurance contre les accidents d'après les résultats de l'assurance obligatoire en Allemagne et en Autriche (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Office du Travail) (in-8°, 235 × 153 de 234 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1900. 39666

PÉNY (ED.). — *La retraite ouvrière aux charbonnages du Centre. L'expérience des dix premières années*, par Edmond Pény (Bulletin de la Société des Ingénieurs de Mons) (in-8°, 240 × 160 de 16 p. avec 2 pl.) (Don de l'auteur, M. de la S.). 39660

Électricité.

COLSON (R.). — *Traité élémentaire d'Électricité avec les principales applications*, par R. Colson (in-18°, 190 × 125 de VI-272 p. avec 94 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1900 (Don des Éditeurs). 39685

Filature et Tissage.

SIMON (ÉD.). — *Note sur le métier à tisser Seaton*, par M. Édouard Simon (Extrait du Bulletin de Février 1900 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale) (in-4°, 270 × 215 de 21 p. avec 50 fig.). Paris, Chamerot et Renouard, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39681

Géologie et Sciences naturelles diverses.

Nineteenth Annual Report of the United States Geological Survey of the Secretary of Interior, 1897-98. — Part II (in-8°, 290 × 200 de 958 p. avec 172 pl.). Washington, Government Printing Office, 1899. 39687

Twentieth Annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of Interior 1898-99. — Part VI (in-8°, 290 × 200 de 616 p.) *— Part VI continued* (in-8°, 290 × 200 de 803 p.). Washington, Government Printing Office, 1899. 39688 et 39689

Législation.

Association amicale des Élèves de l'École nationale supérieure des Mines. 35e annuaire (1898-1899, 1899-1900) (in-8°, 240 × 160 de 206 p.). Paris, Siège social. 39667

Tableau synoptique et comparatif des Législations relatives aux Brevets d'invention dans les principaux pays industriels. Dressé par Marillier et Robelet (une feuille 555 × 445). 39675

Médecine. — Hygiène. — Sauvetage.

Cacheux (E.), O'Followell (Dr L.) et Goudal (H.). — *Exposition universelle internationale de 1900. Congrès international de sauvetage. Cinquième Section. Secours aux blessés dans les Chantiers et Ateliers industriels : Hygiène des Magasins et Ateliers (Modes, Couture, Nouveautés, etc.)*, par le Dr L. O'Followell et H. Goudal (in-8°, 245 × 155 de 32 p.). Clermont (Oise). Daix frères, 1900 (Don de M. E. Cacheux, M. de la S.). 39683

Navigation aérienne, intérieure et maritime.

Lecointe (A.). — *Rapport sur le développement de la construction navale en Belgique*, par Albert Lecointe, présenté à la Commission administrative par le Comité des Études (Extrait des Annales des Travaux publics de Belgique) (in-8°, 240 × 155 de 85 p. avec 1 pl. (Don de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels). 39659

Technologie générale.

Bulletin, Annales et Compte rendu de la Société Belge des Ingénieurs et des Industriels. 1re année, 1re série. Tome I, 1890-1891, Nos 1 et 2. — 2e année, 1re série. Tome II, 1891-1892, Nos 1 et 2 (4 brochures 250 × 165). Bruxelles, Siège de la Société. 39671 à 39674

Catalogue of Machinery, Models, etc.; in the Machinery and Inventions Division of the South Kensington Museum, with descriptive and historical Notes. Part I, and II (in-8°, 245 × 155 de 203 p. et de 314 p.) (Department of Science and Art of the Committee of Council on Education) London, Eyre and Spottiswood, 1896 et 1897. 39677 et 39678

Primera Reunion del Congreso Cientifico Latino Americano, celebrada en Buenos-Aires del 10 al 20 de Abril 1898 por iniciativa de la Sociedad Cientifica Argentina. — II Trabajos de la 1ª sección (ciencias exactas e Ingenieria) (in-8°, 255 × 175 de 473 p.). Buenos-Aires, Compañia Sud Americana de Billetes de Banco, 1900 (Don de la Sociedad Cientifica Argentina). 39682

TROUVÉ (G.). — *Exposition universelle de 1900. Comment d'exposant enthousiaste on arrive à ne plus exposer*, par G. Trouvé (in-8°, 240 × 155 de 28 p.). Paris, Vve Albouy (Don de l'auteur, M. de la S.). 39658

Travaux publics.

Annales des Ponts et Chaussées, 1re Partie. Mémoires et documents, 7e série, 9e année 1899, 4e trimestre (in-8°, 230 × 140 de 348 p. avec pl. 26 à 36). Paris, Vve Ch. Dunod, 1900. 39680

Voies et Moyens de Communication et de Transport.

Annuaire de l'Administration des Postes et des Télégraphes de France pour 1900. Janvier 1900. Soixante-dixième année (in-8°, 225 × 150 de 360 p.). Paris, Paul Dupont, 1900. 39663

MÉMOIRES

APERÇU GÉNÉRAL

DES

DISPOSITIONS ET INSTALLATIONS

DE

L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900 (1)

PAR

Max DE NANSOUTY

L'Exposition universelle de 1900 va s'ouvrir. Réalisant le programme que lui attribua, dès l'origine, l'éminent Commissaire-général Alfred Picard, « elle aura à la fois grandeur, grâce et beauté : elle sera comme la philosophie et la synthèse du siècle et réflétera le clair génie de la France ». En trois ans, cette Exposition a couvert de ses constructions d'énormes espaces que nous avons parcourus à diverses reprises pendant la période de l'élaboration.

Au moment où l'inauguration même va avoir lieu, notre Président a pensé qu'il serait intéressant de faire une dernière visite préalable sur ce terrain où va se presser le Monde entier.

On ne pouvait songer à une visite effective, qui eût été plus que difficile au milieu de l'activité prodigieuse que motive la terminaison des constructions et l'installation finale du chiffre prodigieux d'environ 80 000 exposants.

Nous avons dû, en conséquence, nous contenter pour la séance d'aujourd'hui, de procéder à la façon dont procéda le célèbre Xavier de Maistre lorsqu'il écrivit son « *Voyage autour de ma chambre* » : mais, au cas particulier qui nous occupe, la chambre de Xavier de Maistre, c'est le Champ-de-Mars, et l'on y voyage au travers du Monde.

(1) Voir le plan ci-annexé.

Vous excuserez, Messieurs, l'insuffisance évidente, en ce qui concerne les détails, d'une communication de ce genre sur un tel sujet. Quelque accoutumance que l'on puisse avoir du terrain, ce n'est pas sans un certain trouble que l'on se lance d'un bout à l'autre d'une aussi vaste réalisation. Mais, comme vous saurez vous-mêmes, dans quelques jours, par des visites effectives, y apporter tous les compléments nécessaires, vous aurez l'indulgence de considérer notre bref exposé comme un aperçu sans prétentions aucunes, ayant plutôt l'allure d'une camaraderie causeuse que celle d'une direction experte et traçant des règles systématiques.

Grandes divisions de l'Exposition.

L'Exposition universelle de 1900 a six parties principales :

1° Les Champs-Élysées et leurs Palais;

2° Le pont Alexandre III et les rives de la Seine;

3° L'Esplanade des Invalides;

4° Le Trocadéro :

5° Le Champ-de-Mars;

6° L'Annexe de Vincennes.

Les Palais des Champs-Élysées sont réservés aux Beaux-Arts actuels et rétrospectifs.

Le Trocadéro est affecté aux Sections coloniales française et étrangère.

Le Champ-de-Mars a reçu : l'Agriculture et les Aliments, la Mécanique, les Fils, Tissus et Vêtements, les Mines et la Métallurgie, les Industries chimiques, le Génie civil et Moyens de transport, l'Éducation et Enseignement, les Lettres, Sciences et Arts.

L'Esplanade des Invalides est consacrée aux Manufactures nationales, décoration, mobilier, et industries diverses.

Sur les rives de la Seine nous trouvons, en partant du pont Alexandre III et descendant vers l'aval : *Sur la rive droite :* les pavillons des nations étrangères constituant la merveilleuse *Rue des Nations*, puis l'Hygiène, les Armées de terre et de mer, la Navigation de commerce, les Forêts, Chasse, Pêche, et Cueillette. *Sur la rive gauche :* le pavillon de la Ville de Paris, l'Horticulture et Arboriculture, le palais des Congrès et de l'Économie sociale, la reconstitution du Vieux Paris, la Navigation de plaisance.

L'Annexe de Vincennes, consacrée principalement aux exer-

cices physiques et aux sports, contient une belle exposition du Matériel des chemins de fer, des types de Maisons ouvrières, de Machines motrices diverses, d'Automobiles, d'Aérostation, un Vélodrome municipal, et un Panorama animé du Tour de France.

Parcourons successivement ces diverses parties de l'Exposition universelle, ainsi que le fit en 1889, dans les mêmes circonstances, notre distingué Collègue et ancien Vice-Président Charton. Il sera encore, de cette façon, notre guide, et ce sera pour nous une occasion d'adresser un souvenir cordial à ceux de nos Collègues qui brillèrent au premier rang dans les difficultés déjà énormes de l'Exposition de 1889 : Charton, Contamin, Eiffel, Pierron, et tant d'autres dont les efforts et la science constructive préparaient, en quelque sorte, il y a dix ans, par un succès sans précédent, l'apothéose qui résume, en 1900, les travaux du siècle et le labeur de l'humanité.

Ponts et passerelles.

Le pont Alexandre III est le pont principal de l'Exposition de 1900. Nous ne reviendrons ici sur sa construction que d'une façon très sommaire, car nous avons eu le plaisir de le visiter à diverses reprises, pendant sa construction, sous la direction même de ses savants auteurs, MM. Résal et Alby, Ingénieurs des Ponts et Chaussées; on retrouvera dans nos Bulletins tous les détails de sa construction dont les caractéristiques sont : douze arcs en acier articulé à la clé et aux retombées, 40 *m* de largeur et 10,50 *m* d'ouverture entre les articulations. Le point culminant du nouveau pont est à plus de 2 *m* en contre-bas de celui du pont Royal (38,22). à plus de 1 *m* en contre-bas de celui du pont de la Concorde (37,41), très peu au-dessus du sommet du pont des Invalides (35,89).

Au point de vue de la navigabilité, la situation est également bonne. A la clé, la cote de la chaussée est (36,20) dans l'axe longitudinal du pont (36) contre les trottoirs, c'est-à-dire (36,10) en moyenne.

Le rayon visuel atteint l'Hôtel des Invalides à la cote (38,06), soit sensiblement au niveau de la base du sommet.

Le pont Alexandre III est assurément le plus bel ouvrage de ce genre qui existe actuellement : c'est un pont et c'est un monument tout à la fois : ingénieurs, architectes. artistes se sont heureusement concertés pour le construire.

Le pont d'Iéna, élargi de 10 *m* en encorbellement, se trouve dans l'enceinte de l'Exposition, reliant le Trocadéro au Champ-de-Mars.

De plus, deux grandes passerelles en acier à tablier soutenu en cantilever, relient les deux rives de la Seine en se substituant temporairement aux ponts des Invalides et de l'Alma restés en dehors de l'Exposition; une troisième passerelle en arc, construite par MM. Résal et Alby, et isolée, relie la rive droite à la rive gauche entre le palais des Armées de terre et de mer (quai d'Orsay) et le quai Debilly; elle sera conservée en place après la clôture de l'Exposition de 1900.

Moyens de transport mécaniques

En 1889, on circulait dans l'Exposition, ou plutôt on la contournait, dans l'intéressant petit chemin de fer Decauville. Cette année, nous trouvons comme moyens de transport mécanique : 1° le trottoir roulant ou plate-forme roulante à deux vitesses qui a été décrit à la Société par notre savant collègue Armengaud; 2° un chemin de fer électrique à distribution de courant par un troisième rail qui suit le trottoir roulant sur son parcours, passe à côté ou au-dessous suivant les cas, et augmente considérablement les facilités de transport. Le trottoir roulant a déjà fait ses preuves aux expositions de Chicago et de Berlin : il aura certainement ici un grand succès de curiosité.

Procédons maintenant à la visite proprement dite de l'Exposition.

Entrons par la place de la Concorde où se trouve la porte principale et monumentale.

La Porte monumentale de l'Exposition

Cette porte, construite par un jeune architecte d'un grand talent, M. Binet, donnera passage à soixante mille visiteurs par heure. C'est un grand monument en forme de conque ou de tirre, de style pélasgique très original, dont les motifs principaux sont empruntés aux coquillages et aux plantes marines. La couleur, les cabochons en verre, colorés le jour, lumineux la nuit, y jouent un rôle très important. Il y a là quelque chose de nouveau à tous les points de vue qui mérite d'attirer l'attention sur l'œuvre, et sur l'auteur dont la personnalité est des plus sympathiques.

Les Palais des Champs-Élysées

Quelques enjambées nous mènent aux Champs-Élysées. Sur l'ancien emplacement du Palais de l'Industrie, l'Avenue triomphale s'ouvre jusqu'au Dôme des Invalides : elle est encadrée à son origine par le Grand Palais et le Petit Palais des Beaux-Arts.

Le Grand Palais a été construit sous la direction de M. Girault, architecte, par MM. Deglane, Louvet et Thomas, architectes.

Le Petit Palais a été construit uniquement par M. Girault.

Tous deux, après la clôture de l'Exposition Universelle, feront retour à la Ville de Paris dont ils constitueront une des beautés architecturales.

Voici quelques détails sur chacun d'eux :

Entrons au *Grand Palais*.

Il comporte un vaste hall elliptique, et deux grandes galeries de 10 *m* de largeur : autour règnent de larges balcons formant une promenade continue : on y accède par de grands escaliers monumentaux. Un salon d'honneur offrant 1 500 places servira pour les cérémonies d'inauguration et pour les distributions de récompenses. Les Concours hippiques se tiendront au Grand Palais après l'Exposition.

Le *Petit Palais*, qui deviendra après l'Exposition un Musée des Beaux-Arts et d'Art décoratif de la Ville de Paris, comporte un vaste vestibule de forme légèrement elliptique, recouvert par une coupole ; à droite et à gauche, deux grandes salles d'exposition prennent jour sur la façade par de larges fenêtres situées dans l'embrasure des colonnes et par le plafond, où sont aménagées des parties vitrées.

L'édifice est entouré sur ses trois autres faces de galeries éclairées par des fenêtres ; à l'intérieur du monument et sur les trois petits côtés sont élevées de larges galeries ne prenant jour que par le haut. Enfin le milieu même du monument est aménagé en jardin bordé d'un péristyle en hémicycle pouvant servir de promenoir couvert. Comme il eût été disgracieux de voir cette galerie surplomber le sol de ce petit jardin des 6 *m* qui constituent la différence des cotes entre le sol extérieur et le plancher du rez-de-chaussée, le niveau de la cour intérieure a été relevé à 4 *m* au-dessus de la cote moyenne du sol.

Esplanade des Invalides

Descendons l'Avenue triomphale, et franchissons le pont Alexandre III, nous arrivons à l'Esplanade das Invalides, garnie de deux superbes Palais symétriques de style flamboyant. C'est, comme on l'a dit, une « symphonie en blanc » architecturale. Au-dessous du sol s'étend l'estuaire des voies de la nouvelle gare de la Compagnie de l'Ouest que la Société des Ingénieurs Civils a visitée pendant sa construction. Nous trouvons, dans ces palais, les expositions des manufactures nationales, puis, dans les sections françaises et étrangères, les expositions de la décoration et du mobilier des édifices publics et des habitations. L'Esplanade se trouve ainsi presque entièrement bâtie ; il ne reste, dans son axe qu'une rue, un peu étroite peut-être. Après l'Exposition la démolition de ces beaux palais temporaires rendra toute son imposante perspective à la grande Avenue.

La partie Séquanienne

Revenons vers la Seine, et suivons la rive gauche. Voici le décor prodigieux et inoubliable de « la Rue des Nations », dans laquelle les puissances étrangères ont reproduit, d'une prestigieuse façon, les spécimens les plus remarquables de leur historique architectural. Ce vaste décor est rempli de poésie, de souvenirs, et d'enseignements.

Vingt-quatre nations étrangères alignent sur deux rangs leurs pavillons. Trente-neuf pays étrangers sont officiellement représentés à l'Exposition. Mais dix d'entre eux ont leurs constructions dispersées au Champ-de-Mars et au Trocadéro ; et il y en a cinq, l'État libre d'Orange, la République d'Andorre, la République de Libéria, Salvador et Nicaragua, qui n'ont point de pavillons particuliers. Salvador expose avec le Mexique, et Nicaragua avec l'Équateur.

Nous trouvons en première ligne les pavillons de l'Italie. Turquie, États-Unis, Autriche, Bosnie, Herzégovine, Hongrie, Grande-Bretagne, Belgique, Norvège, Allemagne, Espagne, Suède, Monaco. Grèce, Serbie et Mexique. En seconde ligne, Danemark, Portugal, Pérou, Perse, Luxembourg, Finlande, Russie, Bulgarie, Roumanie.

En poursuivant sur la rive gauche, nous trouvons les bâtiments

du Commissariat général, à l'angle de l'avenue Rapp et du quai d'Orsay, un bureau de postes, télégraphes et téléphones (le bureau principal est avenue de La Bourdonnais), le pavillon de la Presse, l'Hygiène, les Armées de Terre et de Mer, le pavillon du Creusot, la Navigation de Commerce, les Forêts, Chasse, Pêche et Cueillettes.

En face, sur la rive droite, toujours en partant du *Pont Alexandre III*, nous trouvons le Pavillon de la Ville de Paris qui reproduit artistement notre magnifique Hôtel de Ville, l'Horticulture et l'Arboriculture avec deux magnifiques serres monumentales, le Palais des Congrès, où plus de cent Congrès se tiendront en 1900, réunissant toutes les compétences du Monde, une reconstitution charmante et suggessive du Vieux-Paris due au Maître Robida, la Navigation de plaisance, les Chambres de Commerce, et nous voilà devant le Trocadéro.

Le Trocadéro. — Les Sections coloniales.

Montons aux jardins du Trocadéro. A *gauche*, nous trouvons les colonies et protectorats français, Tunisie, Sénégal, Soudan, Indes-Françaises, Dahomey, Côte-d'Ivoire, Guinée, Cochinchine, Tonkin, Annam, Cambodge, Saint-Pierre et Miquelon, Tahiti et les Comores, la Nouvelle-Calédonie, la Martinique, la Guadeloupe, la Réunion, la Guyane, Madagascar, l'Algérie. C'est une série de reconstitutions d'une grande vérité documentaire qui laissent bien loin derrière elles les attractions de la légendaire *rue du Caire* qui eu un si grand succès en 1889.

A *droite*, ce sont les colonies étrangères, colonies Anglaises, Indes Anglaises, Japon, Sumatra, Indes néerlandaises, Sibérie, Asie russe et Chine. En parcourant cette section coloniale, on fait en vérité, le tour du Monde, en bien moins de 80 jours, sans davantage se fatiguer.

Le Champ-de-Mars.

Redescendons, traversons le pont d'Iéna, et parcourons le Champ-de-Mars. Voici la Tour Eiffel repeinte en couleur claire, avec ses ascenseurs dont le débit a été prodigieusement augmenté pour la circonstance, ainsi que nous l'a décrit notre savant collègue Ribourt. La Tour reste un grand motif d'attractions pour l'Exposition de 1900, autour d'elle, sous ses robustes arceaux de basilique en fer, nous trouvons toutes sortes d'installations à

visiter, panoramas, maréoramas, le Palais de l'Optique avec la grande lunette qui fera voir, comme le dit le mot populaire « la lune à un mètre » le Palais lumineux de Ponsin et Latapy, tout en verre, qui semble un palais taillé dans une émeraude énorme, puis quelques jolies installations, notamment du Maroc et de l'Équateur. N'oublions pas les restaurants très nombreux en cet endroit et qui seront bien placés pour réconforter nos visiteurs du Monde entier : la cuisine française y montrera ses mérites : la cuisine étrangère se fera admirer, n'en doutons pas, dans les restaurants spéciaux des sections étrangères, et notre excellent collègue Driessens, incomparable spécialiste, sera tout indiqué pour nous donner à ce sujet d'intéressantes conclusions documentées.

Sur la rive droite du Champ-de-Mars, nous trouvons, en montant vers l'École Militaire, les Lettres, Sciences et Arts, l'Éducation et l'Enseignement, le Génie civil et les Moyens de transports, les Industries chimiques. Au fond, le Palais de l'Électricité et le Château-d'Eau avec sa cascade monumentale.

Le Palais de l'Électricité placé juste devant la production de force motrice dont nous parlerons plus loin, est l'origine de toute l'énergie distribuée en force et en lumière, sur toute la rive gauche de l'Exposition. La façade de cette grande escarboucle lumineuse est une application architecturale du verre et du métal. Le soir, l'aspect éclatant sera centuplé par les jeux de lumières changeantes qui seront aménagés en cet endroit, chaque clocheton sera un foyer lumineux, chacune des lignes du monument sera une rampe de lampes à incandescence, et tout cet ensemble variera constamment de formes et de couleurs sous la commande d'un mécanicien, placé devant un clavier, qui commandera tout le système.

Devant le Palais de l'Électricité, se trouvent la Château-d'Eau et sa cascade plus haute que celle du parc de Saint-Cloud. Le Château-d'Eau est du style Louis XV.

Une vaste niche de 33 *m* d'ouverture et de 11 *m* de profondeur contient une sorte de grande vasque d'où toute l'eau de la Cascade semble jaillir, celle-ci tombera d'une hauteur de 30 *m* en une nappe de 10 *m* de largeur, et se répandra dans des bassins aménagés de façon à produire le maximum de l'effet décoratif. La quantité d'eau qui sera débitée sera de 1 900 *l* à la seconde, soit près de 4 millions 1/2 à l'heure. Elle sera fournie par l'eau de la Seine emmagasinée dans les réservoirs de Villejuif.

Au centre de tous ces jeux de liquide, on voit une allégorie de 10 *m* de hauteur dont le sujet est : « L'Humanité, conduite par le Progrès, s'avance vers l'Avenir ; deux personnages disgracieux étendus à terre et foulés aux pieds par le Génie du motif, représentent la Routine. » A droite et à gauche du sujet principal, deux galeries de 10 *m* de largeur épousent la forme du jardin en cet endroit, et se terminent par deux rotondes surmontées de coupoles servant d'entrées, l'une au Palais de l'Électricité, à celui des Applications chimiques.

Deux rampes de 140 *m* de longueur entourent le bassin du Château-d'Eau et conduisent les visiteurs au premier étage du Palais de l'Électricité.

La force motrice : Chaudières et Machines.

En arrière du Palais de l'Électricité, à droite et à gauche d'un pavillon de réception, nous trouvons les usines de force motrice, chaudières et machines (usine Suffren et usine La Bourdonnais) : à gauche, les machines étrangères, à droite, les machines françaises. Les constructeurs sont exposants de leurs appareils, en même temps que fournisseurs de force motrice. Ce sont nos distingués collègues Ch. Bourdon pour les machines, R. V. Picou pour l'Électricité, qui dirigent ces importants services.

A l'Exposition de 1855, la première où il fut donné de voir des machines en mouvement, la force motrice était de 350 *ch ;* à l'Exposition de 1867, elle était de 635 *ch ;* à l'Exposition de 1878, de 2 500 *ch ;* à l'Exposition de 1889, de 5 500 *ch ;* en 1900, elle est de *vingt mille chevaux-vapeur*. Deux groupes électrogènes de *vingt mille* chevaux de puissance fonctionneront concurrement et alternativement.

Chacune des deux usines se compose de groupes de chaudières pouvant produire chacune, en marche normale, au moins 10 000 et au plus 20 000 *kg* de vapeur par heure. Afin d'éviter d'évacuer dans l'atmosphère, les vapeurs ayant travaillé dans les divers appareils, le service technique de l'Exposition a fait établir des condenseurs indépendants dans lesquels les vapeurs reviendront à l'état liquide. L'eau nécessaire à cette opération est fournie par la cascade monumentale qui forme le fond du Champ-de-Mars. C'est même pour pouvoir résoudre ce problème que la construction du Château-d'Eau a été décidée. Nous y voyons la réalisation du programme de l'Exposition tout entière, c'est-à-dire

donner une forme agréable, un but utilitaire à tous les besoins des différents services.

Le courant électrique sera livré sur un tableau appartenant au constructeur, sous une tension régulière ainsi définie :

Courant continu	125, 250 ou 500 volts.
Courant alternatif	2200 volts; fréquence 50.
Courant triphasé.	

Chaque machine électrique est pourvue d'un tableau portant tous les moyens d'interruption et de protection d'usage ainsi que les appareils de mesure réglementaires.

Les chaudières sont alignées les unes à côté des autres et sont toutes du même type pour un même groupe. Dans l'axe de chaque bâtiment sont installés deux carnaux parallèles pour recevoir les fumées des différents foyers : ces galeries souterraines sont d'autant plus larges qu'elles se rapprochent davantage des cheminées, c'est-à-dire qu'elles ont des dimensions en rapport avec la quantité de fumée qu'elles devront entraîner. Elles se terminent à leur extrémité sur l'avenue par deux parties courbes, formant un raccordement avec les fondations des cheminées monumentales qui sont au nombre de deux, véritables monuments dont les caractéristiques constructives sont les suivantes : 18 *m* de diamètre à la base, 4,50 *m* de diamètre au sommet, et 80 *m* de hauteur totale, soit deux fois la hauteur de l'Arc-de-Triomphe.

Les machines à vapeur, de systèmes variés, actionnant les machines électriques. Nous ne pouvons en examiner les divers types : signalons seulement que les unités de *trois mille chevaux* de puissance, et au delà, n'y sont pas rares, signalons aussi de beaux moteurs à gaz d'éclairage et à gaz pauvre et des appareils de levage très remarquables.

L'ancienne Galerie des Machines.
La salle des fêtes colossale.

Entrons dans l'ancienne Galerie des Machines, la galerie de Contamin et Dutert, subsistant de l'Exposition de 1889. Elle a été recoupée en trois parties égales. Au milieu, une énorme et splendide Salle des fêtes, brillamment ornementée, pourra recevoir 14 000 spectateurs. C'est là que se feront l'inauguration de l'Ex-

position de 1900 et la distribution des récompenses; à droite et à gauche, se trouvent l'Agriculture et les aliments : c'est une sorte de ville de Pantagruel, pleine de pavillons de construction originale élevés en l'honneur des diverses industries de l'alimentation. On croirait voir le déballage d'une étonnante boîte de joujoux préparés pour quelque jeune géant; c'est le public qui sera ce géant emblématique, et grâce aux nombreuses dégustations que cette section comporte, il y sera traité en enfant gâté.

La partie de gauche du Champ-de-Mars sur l'avenue de la Bourdonnais. — Redescendons le Champ-de-Mars vers la Seine. Dans ses vastes Palais de gauche, nous trouvons la mécanique, les fils, tissus et vêtements, les Mines et la Métallurgie.

Au milieu du Champ-de-Mars, dans son axe, des jardins ont été aménagés avec l'art exquis et incomparable que savent y apporter les jardiniers de la Ville de Paris.

Nous avons ainsi parcouru dans un coup d'œil rapide, toute l'Exposition Universelle dans Paris.

Il nous reste, pour avoir tout vu, à faire une brève excursion à l'*Annexe de Vincennes.*

L'Annexe de Vincennes.

Le grand développement des sports et des industries qui s'y rattachent a conduit l'Administration à leur donner l'air et l'espace nécessaires dans la belle et importante Annexe de Vincennes. Nous la croyons appelée à un grand succès, tant son délégué général, M. Mérillon, a apporté d'entrain et de compétence à son organisation.

On y parviendra aisément pendant l'Exposition, tant par les lignes de tramways et de bateaux que par le chemin de fer métropolitain électrique qui sera prêt à fonctionner au mois de juin. Le métropolitain mettra l'Annexe de Vincennes exactement à *vingt-cinq minutes* du Trocadéro.

Voici un aperçu de ce que les visiteurs pourront trouver dans le ravissant cadre de verdure et de fleurs qui s'offrira à leurs yeux.

Entrons par « la porte Daumesnil » à laquelle nous arrivons par le tramway électrique Bastille-Charenton. Ce tramway aura préalablement reçu ses voyageurs du train du chemin de fer métropolitain.

Nous pénétrons par la route du Château, et nous nous trouvons devant l'exposition de la classe 106 qui est affectée à l'hygiène.

D'élégantes constructions élevées par l'Allemagne, la Suisse, la Belgique, l'Autriche, la Grande-Bretagne, donneront une idée de la « cité ouvrière » modèle, avec tout le progrès réalisé dans ces constructions spéciales au double point de vue de l'hygiène et du confortable. Ce sera le triomphe des conceptions philantropiques et humanitaires de notre distingué Collègue E. Cacheux.

Reprenons notre marche; encore quelques pas, et nous arrivons devant une vaste pelouse sillonnée de voies de chemins de fer; on croirait apercevoir une énorme et prestigieuse Gare internationale. La classe 32, réservée au matériel de chemin de fer, y montre, en vraie grandeur, comme disent les géomètres, ses documents et ses progrès. Le Palais qu'elle occupe a plus de 200 *m* de long sur 120 *m* de large; percé de dix portes, ouvertes dans les constructions métalliques légères et artistiques, édifiées par MM. Daydé et Pillé, ce vaste palais abrite les derniers modèles de voitures et les puissantes locomotives de tous les systèmes destinés à franchir les centaines de kilomètres à des vitesses de plus en plus vertigineuses.

Tous les pays se sont donné rendez-vous pour présenter leurs modèles les plus récents.

Les États-Unis sont là, avec leurs remarquables wagons Pullmann et leurs renommées locomotives; l'Autriche, l'Allemagne, montrent de beaux mécanismes signés de noms connus. La Belgique, l'Italie rivalisent de zèle pour montrer aussi leurs réels progrès.

Nous arrivons à une autre section des États-Unis qui est située entre l'avenue des Glacières et la route du Lac. Les États de l'Union y exposent des cycles, des machines-outils, et des machines agricoles, dans trois palais qui sont du plus gracieux effet en même temps qu'admirablement garnis au point de vue documentaire. Puis, nous voici devant la triomphatrice du jour, l'Automobile, laquelle a les honneurs de la classe 10. Une vaste construction en forme de fer à cheval verra défiler la foule innombrable des amateurs, qui viendront admirer les dernières « performances » de la « reine de la route ». Sa jeune sœur, ou plutôt sa petite sœur, la bicyclette, a aussi son Palais spécial à côté de la route du Lac.

L'acétylène, avec ses moyens de production et d'éclairage, ainsi que les machines-outils diverses de la classe 20, attireront aussi de très nombreux visiteurs.

La partie antérieure du parc est attribuée à la classe 18, annexe des Armées de terre et de mer, à la section 10 des sports, avec son parc d'aérostation, et enfin à un panorama représentant « le Tour de France animé ».

Le bord du lac sera parsemé d'élégants restaurants entourés de jardins qui, tout en charmant les yeux, constitueront des expositions d'horticulture.

Des essais pratiques de viticulture seront faits devant le public les jours de fêtes ou de concours.

Il y aura de nombreux concours d'automobiles et même de ballons dirigeables, innovation qui caractérise bien l'intense progrès actuel.

On y étudiera aussi la photographie en ballon et la colombophilie.

Le règlement spécial des concours de photographie en ballon attire, d'ores et déjà, l'attention de tous les savants et des ingénieurs. Il est à peine besoin de rappeler ici les beaux travaux effectués dans cet ordre d'idées par l'éminent Membre honoraire de la Société des Ingénieurs Civils de France, M. le colonel Laussedat. Ces expériences laisseront incontestablement après elles la mise au point de progrès utiles auxquels les efforts dispersés des hommes de bonne volonté ne permettaient pas suffisamment de se coordonner et de disposer librement des moyens d'action nécessaires. Fort attrayants aussi seront les concours de colombophilie qui se partageront en lâchers-spectacles et en lâchers-concours, mettant en évidence le célèbre précepte : *Omne tulit punctum qui miscuit utile dulci.*

Les lâchers-spectacles auront lieu le 24 juin, le 29 juillet et le 23 septembre, à 3 heures de l'après-midi; toutes les Sociétés colombophiles établies dans un rayon de 80 *km* autour de Paris pourront y prendre part, avec rémunération, en lâchant chacune au moins cent pigeons.

Quelle envolée ! Les lâchers-concours, plus techniques, auront lieu le 24 juin, le 8 et le 29 juillet, le 26 août, le 9 et le 16 septembre, et seront ouverts à toutes les sociétés françaises et étrangères établies à plus de 80 *km* de Paris; le règlement facilite toutes les formalités et c'est au seul mérite que les prix, fort enviables, seront décernés.

Ayant parcouru l'annexe de Vincennes, nous avons vu toute l'Exposition, et cela comme les pigeons-voyageurs dont nous venons de parler....., à vol d'oiseau !

Le personnel dirigeant et constructeur de l'Exposition.

Terminons cette visite par l'indication du haut personnel qui, sous les ordres de M. Alfred Picard, a mené à bien la tâche énorme de concevoir, d'organiser, de construire l'Exposition universelle de 1900.

Le monde entier connaît désormais l'œuvre et la personnalité de M. Alfred Picard ; l'hommage de notre respectueuse admiration serait superflu à l'égard de cet éminent Membre honoraire de la Société des Ingénieurs Civils de France.

Adressons l'expression de notre vive sympathie à son dévoué, laborieux et modeste Secrétaire général, M. Henry Chardon, dont la vaillance a triomphé de toutes les fatigues lors de la préparation d'une telle œuvre, et dont la Société des Ingénieurs Civils, lors de ses visites aux chantiers de l'Exposition, a pu apprécier la bienveillante amitié et la courtoisie.

M. Delaunay-Belleville, l'éminent Directeur général de l'Exploïtation, l'un de nos grands Ingénieurs français, est Membre et ancien Vice-Président de notre Société, et il n'a jamais manqué d'en témoigner en toute circonstance.

Nous avons trouvé le meilleur accueil auprès de M. Stéphane Dervillé, Directeur-adjoint de l'Exploitation, ancien Président du Tribunal de Commerce de la Seine, de M. Bouvard, Directeur des Services d'Architecture, qui voit refleurir en 1900 les lauriers qui récompensèrent son haut mérite en 1889, et de M. Defrance, Directeur des importants Services de la Voirie de l'Exposition.

Le haut personnel comprend ensuite M. E. Moreau, Chef du Service du Contentieux, M. Resal, Directeur des Ponts et Passerelles, M. Grison, Directeur des Finances, M. A. Legrand, chef du Secrétariat particulier, M. Henri Roujon, Délégué à la section des Beaux-Arts, M. Vassilière, Délégué à la section de l'Agriculture, M. Dislère, délégué à la section des Colonies et Pays de protectorat, M. Carnot, Adjoint au Commissaire général, et le dévoué et savant médecin en chef de l'Exposition, M. le docteur Gilles de la Tourette.

A la Direction générale de l'Exploitation, nous trouvons MM. Foucher, Victor Legrand, du Vivier de Streel, notre Collègue Guyenet, Ingénieur principal de la Manutention, notre Collègue Picou, Ingénieur des Installations électriques, tous deux Membres de la Société, MM. de Brevans, Masure, Bonnier, notre Collègue Meunier, Ingénieur des Installations hydrauliques, notre Collègue Ch. Bourdon, Ingénieur des Installations mécaniques, qui retrouve aussi dans un brillant effort ses brillants succès de l'Exposition de 1889.

A la Direction des Services de la Voirie, voici MM. les Ingénieurs en chef Humblot, Boureux, Bechmann et les Ingénieurs Tur, Léon et Alby.

A la Direction des Finances, MM. E. Picard, Keiffer, Renard et Laval.

La Direction des Services d'Architecture est assurée par MM. Hénard, Billières, Résal et Lion.

Aux Services d'Architecture, nous trouvons MM. Girault, Architecte en chef, Deglane, Louvet et Thomas (Grand et Petit Palais des Champs-Élysées), M. Binet (porte monumentale de la place de la Concorde), Cassien-Bernard et Cousin (pont Alexandre III), Gautier, Mewès, Toudoire et Pradelle, Esquié, Larche et Nachon, Tropey-Bailly, Raulin, Paulin, Hermant, Blavette, Sortais, Varcollier, Tronchet et Rey, Deperthes.

Il ne nous appartient pas d'indiquer et de définir encore la part très importante que les Membres de la Société des Ingénieurs Civils de France, comme Ingénieurs, comme Architectes, comme Entrepreneurs, comme Constructeurs, comme Exposants, comme Collaborateurs de tout ordre, ont prise à l'Exposition ; ce sera l'objet de communications ultérieures. Mais on peut dire, d'ores et déjà, que la Société aura, une fois de plus, montré toute sa valeur et toute son ardeur pour le progrès dans l'organisation de la grande entreprise nationale à laquelle toutes les nations ont été conviées. Il n'est aucune partie des travaux de l'Exposition dans laquelle on ne trouve l'action efficace de l'un des nôtres, et l'on peut constater, une fois de plus, combien le groupement des Ingénieurs Civils, la concentration de leurs efforts, et l'accord de leurs bonnes volontés, sont liés à l'historique du développement, sans cesse croissant, de nos Expositions universelles et à l'éclat de leur succès.

La plupart d'entre nous ont pu déjà prendre une idée générale des installations où vont se déployer et se produire tant de mer-

veilles de l'Industrie et de la Science. Ils pourront définitivement, à partir de demain même, admirer une fois de plus comment Ingénieurs et Architectes, unis dans un même dévouement à la gloire de la France, ont su triompher du temps ainsi que de la matière, et planter d'une main ferme un magnifique jalon de plus dans la voie du progrès, largement ouverte à leurs généreuses aspirations.

COMMISSION DES ÉTUDES COLONIALES[1]

VOIES DE COMMUNICATION ET MOYENS DE TRANSPORT A MADAGASCAR

PAR

M. J.-J. MARIÉ.

AVANT-PROPOS — GÉNÉRALITÉS

Sans vouloir rappeler le rôle capital que l'accomplissement de l'œuvre coloniale réserve à l'Ingénieur civil, la Commission des Études Coloniales instituée dans notre Société a fait choix d'un certain nombre de questions techniques relatives à nos colonies, qu'elle se propose de vous exposer.

Le problème des voies de Communication et moyens de transport à Madagascar, auquel son caractère d'urgence et le vote récent d'une loi concernant le chemin de fer de Tananarive à Tamatave donnent une actualité spéciale, fera l'objet de cette première étude.

Grâce à l'obligeance de nos dévoués Collègues, dont plusieurs ont rempli des missions à Madagascar, grâce aussi à l'accueil que M. le Ministre des Colonies a fait à la Commission, à M. le général Galliéni lui-même, la Commission des Études Coloniales a pu constituer un dossier (2), et c'est en puisant dans ce dossier qu'elle a réuni les documents qui ont servi à la rédaction du présent travail sur les voies de Communication et moyens de transport à Madagascar.

(1) Cette Commission est composée comme membres titulaires ou adjoints de MM. Badois, président, Chabrier, Honoré, Bel, Périssé et Marié.

(2) Le dossier qui se trouve à la Bibliothèque de la Société comprend tous les documents relatifs à la question qu'il a été possible de rassembler et nous faisons appel à tous nos Collègues pour l'enrichir encore.

Nous signalerons tout particulièrement l'important ouvrage « Le Guide de l'Immigrant à Madagascar » dont nous avons pu obtenir un exemplaire grâce à l'obligeance du Gouverneur général de la Colonie et dans lequel on trouvera de très précieux et très complets renseignements sur notre grande île africaine.

Nous avons cherché à indiquer aussi clairement que nous le permettent ces renseignements, ce qui a été fait jusqu'à ce jour et ce que l'on projette de faire à Madagascar dans le cadre bien défini du titre ci-dessus.

Notre travail est divisé en plusieurs chapitres que nous consacrerons respectivement à l'étude :

1° Des voies terrestres et fluviales de l'île ;

2° Des différents moyens de transport en usage ou projetés à Madagascar : porteurs, voitures à traction animale (voitures Lefèvre) ou mécanique (automobiles), wagons à bœufs, etc. ;

3° Des différents projets de chemin de fer déjà étudiés et de la solution du chemin de Tamatave à Tananarive adopté par le gouvernement de la colonie.

Avant d'entrer dans le vif de la question il nous a paru toutefois indispensable de rappeler quelques généralités relatives à Madagascar.

La superficie de l'île de Madagascar est de 600 000 km^2, égale à celles de la France, la Belgique et la Hollande réunies. Sa longueur du cap d'Ambre à la pointe Sainte-Marie est de 1 480 *km* ; sa largeur moyenne de 430 *km*. On peut évaluer sa population à 5 000 000 d'habitants.

Des plateaux d'une altitude de 1 200 à 1 500 *m*, s'infléchissant légèrement de l'est à l'ouest, dirigés suivant son grand axe, en occupent la partie centrale. Ils sont reliés à la côte orientale par une série de gradins escarpés formant autant de chaînes subsidiaires parallèles, et à l'ouest ils émergent brusquement d'une région de plaines et de collines peu élevées. Çà et là, épars sur toute la surface, se rencontrent des massifs d'origine volcanique, dont le plus important, celui d'Ankaratra, fournit le point culminant de toute l'île, 2 680 *m*.

Le régime climatérique de Madagascar n'est pas uniforme. L'altitude de ses hauts plateaux les soustrait aux rigueurs du climat correspondant à leur latitude. Le versant occidental est caractérisé par une saison sèche de sept à huit mois, avril à novembre, suivie d'une période plus chaude et pluvieuse avec des maxima thermométriques de 35 à 36°.

A Tamatave et sur le versant oriental, les pluies sont presque continuelles et accusent au pluviomètre une chute d'eau annuelle de 3 *m*. Elles sont surtout abondantes pendant la saison

chaude d'octobre en avril. Cette région est malsaine et d'un séjour pénible pour la population blanche.

Sur les plateaux la saison sèche, avril à novembre, est assez fraîche. Le thermomètre descend quelquefois jusqu'à 5 ou 6° C. Puis vient une saison chaude et orageuse avec une température moyenne de 20°.

Rappelons aussi que la répartition des forêts autour de l'ossature naturelle de l'île forme une ceinture plus ou moins épaisse, à peu près continue sur le versant oriental, mais présentant de nombreuses trouées au sud et à l'ouest. Signalons encore l'importance du système hydrographique. Une multitude de cours d'eau sillonne Madagascar. Sa configuration en gradins les découpe en une série de biefs successifs, séparés les uns des autres par des rapides ou des chutes. Certains d'entre eux, comme le Mangoro, la Betsiboka, l'Ikopa, sont assez profonds et conduisent à proximité et même jusqu'au cœur de l'Imérina.

Enfin les roches qui composent le sol de Madagascar se ramènent par leurs origines géologiques à deux grandes catégories. Celles de l'ouest sont sédimentaires. Ce sont des grès légèrement rougeâtres entremêlés de schistes et de calcaires. Les secondes, celles du centre et de l'est, sont métamorphiques, le plus souvent des gneiss ou des micaschistes, que l'influence des agents atmosphériques transforme superficiellement en une argile rouge caractéristique.

CHAPITRE PREMIER

Voies terrestres et fluviales.

L'existence des routes à Madagascar est contemporaine de l'occupation française. Auparavant le système routier de l'île consistait en un réseau de sentiers créés naturellement par le passage successif des générations indigènes suivant la même piste. Ils n'étaient utilisables que pour les transports à dos d'hommes. Ces pistes suivaient toujours les crêtes et les lignes de plus grande pente, évitant soigneusement les flancs de côteaux, ce qu'explique la nature argileuse du sol, qui ne permettait pas, en l'absence d'empierrement, leur conservation en dehors de ces positions, les seules que les pluies puissent ébouler. Les rivières ou ruisseaux que rencontraient ces chemins étaient traversés en pirogue ou à gué.

L'établissement du protectorat français sur Madagascar, à la suite de l'expédition de 1885, avait légitimé bien des espérances. L'inertie du gouvernement hova les déjoua complètement. L'histoire de ce protectorat nominal plutôt qu'effectif, l'ombrageuse défiance du premier ministre hova devant toute tentative d'amélioration des communications entre l'Imérina et la côte, c'est-à-dire la France, qu'il considérait comme masquant une agression, notre esprit de conciliation et notre ferme volonté d'éviter les conflits, expliquent l'état stationnaire de la situation pendant la période qui précéda la conquête.

Nous allons examiner ce qui fut fait après *(Pl. 231)*.

Route de Tananarive a Majunga

Majunga est le débouché naturel de l'Imérina sur la côte ouest, à l'embouchure de la rivière Betsiboka, dans la baie de Bombetoka. Un rapide examen d'une carte physique de Madagascar montre les vallées de la Betsiboka et de son affluent, l'Ikopa, convenablement orientées et conduisant au cœur même de l'Imérina. Il était donc indiqué de chercher à utiliser leurs cours et les facilités qu'offrait leur situation pour mettre Tananarive en communication avec la mer.

Cette route comporte deux parties : l'une fluviale de Majunga à Mevatanana, l'autre terrestre de Mevatanana à Tananarive.

I. *Route fluviale.* — En 1889, l'hydrographie de la Betsiboka et de l'Ikopa fut officiellement relevée par l'administration de la marine. On reconnut la navigabilité de ces rivières jusqu'à Marololo en toute saison et Mevatanana pendant la saison des pluies, pour des embarcations ne dépassant pas 0,50 *m* de tirant d'eau, chiffre qui peut être considéré comme un minimum pratique de la profondeur des eaux pendant la saison sèche, au moins jusqu'à Marololo.

Les essais de navigation fluviale, tentés durant ces dernières années, ont abouti à l'établissement d'un service régulier de remorquage entre Majunga et Mevatanana, sur un parcours d'environ 238 *km*.

Cette voie navigable peut se diviser en trois sections de régime différent :

Section maritime de Majunga à Amboanio, 25 *km* ;

Section fluviale navigable en toute saison, d'Amboanio à Marololo, 188 *km* ;

Section fluviale difficilement navigable pendant la saison sèche, de Marololo à Mevatanana, 25 *km*.

1° La traversée de la baie de Bombetoka constitue la première section. Elle est dangereuse pour les embarcations fluviales, la mer y étant souvent clapoteuse. Elle est accessible aux bâtiments de mer, qui y trouvent des fonds suffisants, mais la violence des courants, dont la vitesse atteint pendant la saison des pluies 8 et même 9 nœuds, contrarie leur navigation.

2° La seconde section, Amboanio à Marololo, n'est navigable que pour les embarcations ne dépassant pas 0,50 *m* de tirant d'eau. La Betsiboka, large de 600 à 700 *m*, y déroule, au milieu de grandes plaines, entre deux haies de paléluviers, les méandres de ses eaux rouges et opaques, que sillonnent de nombreux bancs de sable dont la mobilité exige une navigation très prudente.

3° De Marololo, situé au confluent de la Betsiboka et de l'Ikopa, on remonte jusqu'à Mevatanana le cours de cette dernière rivière. Elle est souvent impraticable pendant la saison sèche, pour les embarcations de la section inférieure. On est alors conduit à l'emploi des pirogues indigènes.

II. *Route terrestre.* — De Mevatanana à Tananarive, on emprunte la voie de terre, dont, en 1895, notre corps expéditionnaire posa les premiers jalons. Les données que possédait alors le général Duchesne sur la topographie des régions qu'il devait traverser pour atteindre la capitale de l'Imerina, provenaient de levers faits en 1894 par le colonel de Beylié et de renseignements fournis par la colonie européenne qui, depuis 1886, était établie sur les concessions obtenues à cette époque par M. Suberbie pour l'exploitation de gisements aurifères. La surveillance hostile exercée par les Hovas, sur les mouvements du colonel de Beylié ne lui avait pas permis de faire une étude complète.

Les premiers coups de pioche furent donnés par le corps expéditionnaire qui construisit une route carrossable pour les convois de voitures Lefebvre, de Majunga à Andriba, 350 *km*, au milieu de difficultés inouïes et au prix des plus cruels sacrifices.

Cette route n'avait d'ailleurs été construite entre Majunga et Mevatanana qu'en raison des retards apportés à la mise en service de la flotille fluviale, qui, par la Betsiboka, devait assurer le ravitaillement des troupes.

La colonne légère qui, d'Andriba, monta jusqu'à Tananarive, suivit constamment le sentier des bourjanes ou porteurs.

Voici ce que disait le général Galliéni, dans son rapport sur la situation générale de Madagascar, publié au *Journal Officiel* en 1899, relativement aux conditions dans lesquelles se présentait la construction d'une route de Mevatanana à Tananarive.

« Le terrain présente plus de facilités que le versant oriental » de l'île. Ses mouvements sont plus arrondis et il n'y a pas de » larges forêts à traverser, mais surtout les lignes de crêtes, au » lieu de se présenter normalement à la direction générale sui- » vie par la route, lui sont presque parallèles

» Enfin, alors que sur le versant oriental les pluies durent » pendant la plus grande partie de l'année, sur le versant occi- » dental, les saisons sèche et pluvieuse sont nettement tranchées, » et la saison sèche dure d'avril en novembre, pendant près de » huit mois. Cette circonstance permet de faire rouler des voi- » tures sur une route non empierrée durant les deux tiers de » l'année. Par contre, pendant les quatre mois de pluie, les » rivières sont grossies par des crues rapides qui nécessitent un » soin particulier pour la construction des ponts.

» En résumé, l'établissement d'une route non empierrée se » présentait de ce côté dans des conditions particulièrement » favorables, et il y avait intérêt à l'entreprendre le plus tôt » possible. »

Après l'expédition de 1895, la Compagnie Suberbie avait sollicité la construction d'une route carrossable avec établissement d'un chemin de fer sur route à voie de 1 *m*; mais, bien que le général Duchesne ait accueilli favorablement cette idée, le projet n'a pu être mis à exécution.

Après l'occupation de Tananarive, les communications avec la côte occidentale furent délaissées; aussi, quand survint l'insurrection des Fahavalos, de nombreuses difficultés surgirent pour le ravitaillement des postes situés dans cette direction. Les régions traversées étant en partie désertes, il était impossible de recruter des porteurs. La construction d'une route reliant Tananarive à Andriba, point terminus de la route du corps expéditionnaire, fut décidée. Il fallait aller vite; on suivit un tracé provisoire, évitant les difficultés, et, après six mois de travail, en septembre 1897, le premier convoi de voitures Lefebvre venant de Mevatanana entrait dans Tananarive.

Cette route fut modifiée et améliorée en 1898 et 1899. On

adoucit les pentes qui, en certains endroits, atteignaient 15 °/₀, en contournant les coteaux, et on construisit des ponts sur les rivières qui étaient franchies à gué.

Ses dimensions et caractéristiques sont les suivantes :

Largeur entre fossés, 5 *m* ;

Largeur d'empierrement (prévue), 3 *m* ;

Déclivités maxima, 0,08 *m* par mètre ;

Rayon minimum des courbes, 10 *m*.

Entre Mevatanana et Andriba, la route pour les convois de voitures Lefebvre, construite en 1895, n'avait été conservée que provisoirement. Elle était aussi fort défectueuse. Ses déclivités étaient excessives. Quelques courbes n'avaient que 8 *m* de rayon. En 1898, le capitaine Mauriès releva un nouveau tracé en se conformant aux chiffres cités plus haut, et il en commença immédiatement l'exécution.

L'ensemble de ces différents travaux constituera, lors de leur achèvement, la route carrossable de Tananarive à Mevatanana. Sa longueur est de 340 *km* mettant ainsi la capitale de l'Imérina à 578 *km* de Majunga.

On peut la diviser en trois sections :

1re section : de Mevatanana à Andriba, 113 *km*.
2e — de Andriba à Ankazobé, 124 *km*.
3e — de Ankazobé à Tananarive, 103 *km*.

1° Le tracé du capitaine Mauriès remonte continuellement la vallée de l'Ikopa, qu'il quitte à Antsafabotsy, pour gagner en suivant le fond de petites vallées le village d'Andriba où il devient route de plateau. Cette section est la plus accidentée de tout le parcours, elle n'est pas encore terminée.

2° D'Andriba à Ankazobé, on suit la ligne de partage des eaux de la Betsiboka et de l'Ikopa, qui forme une piste étroite et tortueuse, peu accidentée, qu'un simple débroussaillement a permis de rendre carrossable. Les ouvrages d'art primitivement construits en bois et qui avaient été emportés par les crues torrentielles des ruisseaux qu'ils traversaient, sont remplacés successivement par des travaux en maçonnerie, la plupart encore inachevés.

3° A partir d'Ankazobé, rien de particulier à signaler. Cette section, dont l'établissement a été facile, est livrée à l'exploitation. Elle traverse obliquement quelques petites vallées dont elle longe

les flancs avec des pentes ou rampes très douces et l'on arrive à Tananarive.

Dans quelques mois la route tout entière sera ouverte à la circulation. Malgré son état d'inachèvement on peut déjà y effectuer des transports.

Elle est moins sinueuse que celle de Tamatave, et il n'a pas été nécessaire de recourir aussi souvent à la limite des déclivités. Elle n'est pas empierrée et ses fossés ne sont pas revêtus. Une circulation un peu active, et les dégradations que lui fera subir la saison pluvieuse imposeront son empierrement. On le trouve d'ailleurs sur place, sous forme de quartz en morceaux, mélangé à l'argile qui compose les terrains traversés. Les deux dernières sections ont déjà fort bien résisté à deux hivernages sans grand entretien. Ajoutons que la route est kilométrée jusqu'à Andriba et munie aux carrefours importants de poteaux indicateurs.

Au 1er janvier 1899 les crédits affectés à la construction s'élevaient à environ 1 300 000 *f*, et le gouvernement de la colonie estimait qu'une dépense supplémentaire de 700 000 *f* suffirait à son achèvement.

Route de Tananarive a Tamatave.

Canal des Pangalanes.

Le sentier malgache qui de la capitale se dirige vers la côte orientale, suite interminable d'ascensions pénibles suivies de descentes rapides, compliquées du passage de plus de vingt rivières petites ou grandes, à gué ou en pirogue, aboutit à Andevorante, petit village à l'embouchure de la rivière Iaroka. Une dune étroite de 100 *km* de longueur, digue naturelle entre la mer et une série de lacs ou de lagunes, le sépare de Tamatave.

Tamatave n'est donc pas le débouché le plus immédiat de Tananarive à l'est, mais les qualités relatives de son mouillage, le seul possible entre Diégo-Suarez et Fort-Dauphin pour l'établissement d'un port de commerce, en font, de ce côté, la tête de ligne obligée des voies de pénétration en Imérina.

Avant la conquête le sentier des Bourjanes était la seule voie s'offrant au voyageur montant en Imérina. Elle lui valait et lui vaut encore pour son transport personnel en filanzane, une dépense de 500 *f*, et grève la tonne de marchandises d'une somme variant entre 750 et 1 300 *f*.

Cette situation légitime l'impatience du commerce, dont le développement est étranglé par le manque de moyens de transport plus rapides et plus économiques.

L'accès de Tananarive par la côte orientale est particulièrement difficile. Les lignes de crêtes se présentent normalement à la direction de la route. De Mahatsara à Tananarive, pour un parcours d'environ 180 *km*, rachetant une différence de niveau de 1 370 *m*, la perte de hauteur enregistrée en suivant le sentier malgache atteint près de 7 000 *m*, égale à six fois la hauteur dont on s'élève réellement. Cependant la majeure partie des transports s'effectue par la voie de l'est. Cela tient à la situation économique des régions traversées, toutes peuplées, pays d'origine des Bourjanes, qui y ont le gîte et la subsistance assurés et dont le recrutement est régulier.

Au lendemain de l'occupation de Tananarive les conséquences du manque de voies de communication entre l'Imérina et la côte se firent sentir immédiatement. Des reconnaissances furent organisées dans le but d'étudier un tracé de route. Dès la fin de 1895 et en 1896, les missions Marmier et Goudard reconnaissaient la possibilité d'éviter les obstacles du sentier malgache en remontant les vallées de la Vohitra et de la Sahatandra qui donnent l'accès de la belle et large vallée du Mangoro. Au delà, la vallée de la Sahahanjona-Andranobé, communiquant par le col de Tanifotsy avec l'Hiadana, affluent de l'Ikopa, permet d'atteindre Tananarive.

Les reconnaissances ultérieures du colonel Roques, firent adopter pour la dernière portion du parcours, les vallées du Manambolo et de la Mandraka, qui comportent une économie d'une trentaine de kilomètres sur le tracé par la Sahahanjona-Andranobé.

L'exécution d'une telle route demandait plusieurs années. A ce moment les communications avec Majunga étaient interrompues par suite du mauvais état de la flotille de la Betsiboka, et des difficultés éprouvées pour le cantonnement et la subsistance des postes destinés à protéger les convois.

Aussi, le gouvernement de Madagascar, devant à tout prix organiser le ravitaillement du corps d'occupation alors concentré en Imérina, résolut de différer la construction d'une route carrossable, et ordonna l'amélioration immédiate du sentier malgache d'Andevorante en sentier muletier, que l'on transformerait progressivement en route carrossable pour voitures Lefebvre.

En 1897 une voie mixte, composée d'une série de tronçons les uns muletiers, les autres carrossables pour voitures Lefebvre, reliés entre eux par des sections de sentier malgache qui n'avaient pu encore être transformées, permettait d'approvisionner tant bien que mal l'Imérina.

On revint alors à la construction de la grande route carrossable.

La solution définitivement adoptée consiste à relier Tananarive à Mahatsara, petit village situé sur le Iaroka à quelques kilomètres d'Andevorante, à descendre le Iaroka jusqu'à Andevorante, puis à emprunter au delà jusqu'à Tamatave la voie navigable connue sous le nom de canal des Pangalanes.

La dune qui sépare Andevorante de Tamatave n'est fréquentée en principe que par les voyageurs. Les relations commerciales entre ces deux localités sont assurées par un service de cabotage, sur la régularité duquel il est imprudent de compter, l'état de la barre à l'embouchure du Iaroka interrompant souvent les communications avec la terre pendant plusieurs jours.

L'idée d'améliorer cette situation et d'organiser une navigation intérieure en reliant entre elles par des canaux les lagunes qui courent parallèlement à la côte, et qui ne sont séparées les unes des autres que par des seuils ou petits isthmes sablonneux que l'on appelle pangalanes, est déjà ancienne.

Le percement du pangalane de Tanifotsy fut entrepris par les Hovas, sans succès d'ailleurs, bien avant l'expédition de 1885. En 1889, quelques Tamataviens formèrent une Société pour l'exploitation des transports entre Tamatave et Andevorante par les lagunes. L'hostilité témoignée à cette époque par le gouvernement hova aux entreprises françaises, ne permit pas de donner suite à cette affaire.

Enfin en 1897, l'administration de la colonie, convaincue des avantages qu'offrirait au commerce l'existence d'une telle voie, passa une convention avec la Compagnie Française des Transports Coloniaux qui devint concessionnaire de l'exécution et de l'exploitation future du canal. Les délais d'exécution étaient de deux années. A la fin de 1899, la substitution de la Compagnie des Messageries Françaises de Madagascar à la Compagnie primitive fut autorisée par la Colonie, et moyennant une réduction des tarifs, les délais d'exécution de la convention de 1897 furent prolongés. Les travaux à exécuter consistent dans le percement de trois pangalanes, ceux de Tanifotsy, Ampaotoamaizina et Anderakimenarana. L'ouverture du pangalane de Tanifotsy a eu

lieu récemment, et livre à l'exploitation 45 *km* de voie navigable. Celle des deux autres pangalanes, qui dépassent chacun 2 *km* de longueur, est à peine amorcée.

Les dimensions de ce canal et du chenal à ménager dans les lagunes sont de 15 *m* de largeur au plafond avec une profondeur minimum de 1 *m* sur tout le parcours. L'entretien est à la charge du concessionnaire, qui est tenu d'assurer une circulation normale en toute saison.

L'origine du canal est Ivondrona, petite localité reliée à Tamatave par un chemin de fer à voie de 1 *m* de 10 *km* de longueur en exploitation. D'Andevorante à Mahatsara sur une longueur de 9 *km* on remonte le Iaroka. La distance parcourue de Tamatave à Mahatsara est d'environ 115 *km*.

A Mahatsara commence la route carrossable. Elle est établie suivant les tracés des colonels Roques et Marmier ; cependant les vallées de la Vohitra et de la Sahatandra ont été abandonnées et réservées pour le chemin de fer. Elle a les dimensions suivantes :

Largeur entre fossés.	5 *m*
Largeur d'empierrement	3 *m*
Déclivités maxima	0,08 *m* par mètre.
Rayon minimum des courbes . .	10 *m*

Sa longueur totale est de 244 *km*.

Le régime pluvieux des régions qu'elle traverse exige un empierrement soigné, sans lequel sa conservation serait illusoire. Elle comporte des fossés revêtus pour l'écoulement des eaux, et aussi des contre-fossés en certains endroits exposés. Les ponts et ponceaux sont tous en bois.

Elle suit à peu près constamment la direction du sentier muletier jusqu'au Mangoro, qu'elle traverse près de son confluent avec le Manambolo. Au delà, elle remonte les vallées du Manambolo et de la Mandraka jusqu'à Ankaramadinika où l'on rejoint la route carrossable pour voitures Lefebvre, qui mène à Tananarive.

Voici son état d'avancement au commencement de 1900.

De Mahatsara à Ampasimbé, 60 *km*, elle est ouverte à la circulation. Cette section est bien empierrée et a ses fossés, contre-fossés et ouvrages d'art complètement terminés. Puis trois chantiers intéressant une longueur de 20 *km*, dont l'achèvement est prévu pour le mois de juin 1900, conduisent un peu au delà

de Beforona. De ce village à Moramanga, 56 *km*, on traverse une zone forestière. C'est la grande lacune de la route. Aucun travail n'y a encore été fait.

De Moramanga au Mangoro, 16 *km*, les déblais seuls sont faits.

Du Mangoro, que l'on traversera sur un pont de 110 *m*, jusqu'à Sabotsy, 20 *km*, les déblais, ainsi qu'une partie des ouvrages d'art, sont achevés. On procède à l'empierrement, dont 3 *km* sont déjà terminés. On remonte ensuite la vallée de la Mandraka jusqu'à Ankaramadinika, 20 *km*. Cette section est un fort beau travail de roctage complètement achevé. Enfin, jusqu'à Tananarive, 52 *km*, on emprunte l'ancien sentier malgache transformé en route carrossable pour voitures Lefebvre. Quelques modifications doivent y être apportées pour lui donner les caractéristiques de la nouvelle route. On y circule aisément.

Dans son ensemble le tracé est fort accidenté. La traversée de la chaîne de l'Angavo (altitude 1 400 *m*, section de la Mandraka), a entraîné l'emploi fréquent des déclivités limites et des courbes de 10 *m*. Celle des Betsimisarakas (altitude 1 000 *m*, section précédant Moramanga), à travers une forêt épaisse, sera plus difficile encore. Elle n'est pas commencée. On ne peut donc prévoir l'ouverture prochaine de la route de Tananarive à Mahatsara.

Les sommes absorbées par sa construction et celle du sentier muletier, se montaient au 1er janvier 1899 à 4 800 000 *f*. A ce moment, l'achèvement de la route était estimé devoir absorber 3 millions de francs, ce qui donnerait un total d'environ 8 000 000 *f* pour un parcours de 244 *km*, soit un prix de revient kilométrique de 32 700 *f*.

Routes diverses.

La création de voies de pénétration ne devait point faire perdre de vue celle d'un réseau de routes intérieures. Dès 1897, les commandants de cercle eurent la mission d'améliorer les sentiers situés sur les territoires soumis à leur administration. Ils n'avaient à leur disposition aucun crédit spécial.

En 1898, un plan d'ensemble fut élaboré, où les routes à construire et les sentiers à transformer furent classés suivant leur degré d'urgence.

Le développement de ce réseau est peu avancé, faute de crédits suffisants. L'emprunt des 60 millions comporte l'affectation d'un crédit de 4 200 000 *f* à la construction de routes nouvelles et à l'amélioration de celles qui existent.

Nous en citerons deux, dont l'importance économique est de premier ordre, et qui seront rendues carrossables par améliorations successives.

L'une relie Tananarive à Fianarantsoa, capitale du pays betsiléo, à travers l'une des parties les plus riches et les plus fertiles de Madagascar. Elle est ouverte à la circulation. On la prolongera jusqu'à Mananjary, le port du Betsiléo. La Société Auxiliaire de Colonisation de Madagascar avait sollicité la construction de cette route de Mananjary à Fianarantsoa, contre l'établissement d'un péage. Elle trouva préférable de lui substituer la construction d'un chemin de fer dont elle fit les études. Ses propositions ne furent pas agréées.

L'autre route de Tananarive à Mandritsara est l'amorce de celle qui doit relier l'Imérina à Diego-Suarez, nouveau point d'appui de notre flotte dans l'Océan Indien. La section de Mandritsara est terminée.

Citons encore les routes de Tananarive à Ankavarana et de Moramanga à Ambatondrazaka, et nous arrivons en résumé en y comprenant les deux grandes voies de pénétration de Tamatave et de Majunga à un total de 1 500 *km* de voies terrestres livrées à la circulation ou sur le point de l'être.

Lignes télégraphiques.

Les seules existantes actuellement sont celles de Tananarive à Majunga, Tamatave et Fianarantsoa, ainsi qu'un embranchement de Andevorante à Mananjary.

Une somme de 1 650 000 *f* sera prélevée sur l'emprunt de Madagascar, pour l'extension de ce réseau, par la construction des six nouvelles lignes suivantes :

Tananarive à Diego-Suarez, Ankazobé à Mevatanana, Betafo à Morondava, Mananjary à Fianarantsoa, Fianarantsoa à Ihosy-Tulléar, Ihosy-Tulléar à Fort-Dauphin.

Il convient d'indiquer l'existence dans les territoires militaires de postes de télégraphie optique employés exclusivement à la transmission des dépêches administratives.

Ports de Commerce.

Tamatave et Majunga sont respectivement, l'un sur la côte orientale, l'autre à l'ouest, les deux ports de commerce de Madagascar, ou plutôt leurs futurs emplacements. le premier en

raison de ses qualités maritimes, qui en font le moins mauvais mouillage entre Diego-Suarez et Fort-Dauphin, le second à cause de sa situation à l'embouchure de la Betsiboka, qui le met en relation directe avec l'Imérina. La hauteur moyenne des marées est de 1,80 *m* à Tamatave et de 4 *m* à Majunga.

Tamatave n'est pas encore un port, ce n'est en réalité qu'un abri, où l'on opère le déchargement des navires. Ces débarquements sont fréquemment contrariés par la houle ; trop souvent les cyclones ou les gros temps rendent la position intenable ; les bateaux doivent alors prendre le large.

La ville de Tamatave est bâtie sur un promontoire nommé Pointe-Hastie, qui se prolonge par un récif corallien, à l'extrémité duquel vient déferler la mer.

Les navires s'ancrent au nord de la Pointe, dans l'abri qui leur est ménagé entre la côte et le récif. Ils trouvent encore un autre mouillage un peu plus au nord, entre la pointe Tanio et une autre formation corallienne connue sous le nom de Grand-Récif. Par mauvais temps, ce refuge n'est pas plus sûr que le premier. Une somme de 300 000 *f* sera prélevée sur le nouvel emprunt pour les travaux d'études du futur port.

La baie de Bombetoka, au fond de laquelle se trouve Majunga, est sûre. Elle se trouve en dehors de la zone parcourue par les cyclones, dont elle ne reçoit que les contre-coups qui se manifestent par des raz-de-marée. Son rivage peu incliné oblige les navires à mouiller à environ 300 *m* au large, ils procèdent à leur débarquement au moyen de chalands ou de boutres qui remontent à Amboanio, d'où leur chargement est transbordé sur les chalands remorqués à fonds plats, qui les conduisent à Mevatanana.

On a préconisé Amboanio pour y établir le port de commerce au détriment de Majunga. Ce mouillage est bon. On y trouve des fonds de 10 *m* à une distance de 50 *m* du rivage, mais sur un espace trop restreint, au-devant d'une falaise escarpée ne permettant pas l'établissement de terre-pleins. En outre, la navigation de la baie est délicate pour les grands vapeurs, qui ne peuvent s'y aventurer qu'avec la plus extrême prudence.

Les titres de Majunga comme futur port de commerce de la côte occidentale, ne sont pas menacés par le voisinage d'Amboanio.

CHAPITRE II

Différents moyens de transport en usage ou projetés.

L'industrie des transports terrestres dans notre colonie est encore à l'état embryonnaire. Ses progrès subordonnés au développement des voies de communication, sont contrariés par la lenteur de la construction de ces dernières. L'industrie des bourjanes est toujours florissante, et bien que Madagascar soit un pays d'élevage du gros bétail, il ne semble pas, du moins jusqu'à ce jour, que l'on ait cherché à tirer parti de ses ressources sous ce rapport pour donner une solution au problème. Toutefois, la mise en service prochaine de nouvelles routes carrossables, permet d'espérer une amélioration des méthodes actuelles, en attendant l'ouverture du chemin de fer, l'organe des transports rapides et économiques.

1° *Bourjanes.* — Instrument de transport coûteux, irrégulier, d'une lenteur et d'un rendement dérisoires, le bourjane disparaîtra progressivement. Devenu insuffisant devant les nouveaux besoins de Madagascar, il ne restera plus employé que dans les régions ou des difficultés momentanées s'opposent à la création immédiate de routes. Sa charge moyenne ne dépasse pas 25 *kg*. Son recrutement n'est pas toujours facile surtout lorsqu'il s'agit d'aborder des transports dans des régions autres que celles qu'il habite. C'est ainsi que les bourjanes des contrées peuplées du versant oriental, consentent difficilement à faire des transports dans la direction de Majunga. Il est vrai que la partie inférieure de cette route traverse des terres désertes et dénuées de ressources. Le taux de ces transports humains, est aujourd'hui d'environ 800 *f* par tonne de marchandises de la mer à Tananarive. Il a quelquefois atteint 1 700 *f*; celui d'un voyageur en filanzane est de 500 *f*.

2° *Navigation fluviale.* — Un avenir de prospérité temporaire semble s'ouvrir devant elle. La navigation de la Betsiboka et du canal des Pangalanes, bénéficiera du trafic d'importation et d'exportation de l'Imérina aussi longtemps que Majunga et Tamatave ne seront pas reliés directement à Tananarive par chemin de fer.

Le tarif en usage pour le transport des marchandises entre Majunga et Mevatanana est de 71 *f* par tonne, au lieu de 200 *f* par bourjanes. Il sera de 40 *f* en moyenne, entre Ivondrona et Mahatsara ou Aniverano, têtes de ligne respectives de la route carrossable et du chemin de fer.

3° *Voitures Lefebvre. Mulets de bât.* — La voiture Lefebvre attelée de deux mulets porte de 500 à 600 *kg.* Le matériel en service depuis l'expédition de 1895, est presque hors d'usage, après quatre années de roulage, sans aucun entretien ni graissage soigné. La cavalerie résiste mal au climat, ce qui tient en grande partie au surmenage et au manque de soins. Ce procédé de traction ne laisse pas d'être coûteux. Il en est de même avec le mulet de bât, qui porte trop peu pour ce qu'il coûte.

Voici le tableau des délais et des différents moyens de transport employés par la Compagnie Suberbie entre Majunga et Tananarive :

Localités traversées.	Longueurs.	Délais.	Moyens employés.
Majunga à Mevatanana	238 *km*	4 jours.	Remorqueurs et chalands.
Mevatanana à Andriba	113 —	7 —	Mulets et bourjanes.
Andriba à Ankazobé .	124 —	5 —	Mulets, bourjanes ou voitures Lefebvre suivant le temps qu'il fait.
Ankazobé à Tananarive	103 —	5 —	Mulets, bourjanes ou voitures Lefebvre suivant le temps qu'il fait.
TOTAL.	568 *km*	21 jours.	

Ces délais sont indiqués comme des maxima, sauf cas de force majeure. Suivant l'état du temps, la Compagnie de transports estime pouvoir les abréger de cinq jours environ.

Des renseignements récemment portés à notre connaissance, il résulte que le rendement journalier du service de transports organisé par le Gouvernement de la Colonie entre Mevatanana et Tananarive, 340 *km*, à l'aide de voitures Lefebvre et de mulets, répartis en quinze relais, est d'environ une tonne par 200 animaux, selle ou trait.

Ce rendement serait doublé s'il existait du fret de retour.

Le transport du courrier a pu être fait par la même voie au moyen de voitures légères, en deux jours et demi, arrivant ainsi à Tananarive trois ou quatre jours plus tôt que par la voie de l'est.

4° Transports par voitures à traction de bœufs. — Cette méthode florissante dans tout le sud africain ne s'est pas développée dans

notre colonie ; cependant l'élevage constitue une de ses principales richesses.

L'application de ce système se présente ici dans des conditions différentes.

Depuis l'insurrection de 1896, l'élevage est complètement désorganisé, et rend le recrutement du bétail de plus en plus difficile. Les terres de pâturages sont en majeure partie situées en dehors de l'itinéraire suivi par les grandes voies de pénétration. Aussi les bœufs ne pourraient-ils se nourrir directement sur le sol. Ce manque de ressources naturelles implique la création de relais, car on ne peut pratiquement, à moins de réduire dans une notable proportion le rendement de ce genre de transport, traîner avec soi la nourriture de 10 à 16 bœufs par voiture, pour une durée de voyage de 15 à 20 jours.

Il faut remarquer en outre que le trajet des régions côtières aux plateaux de l'Imérina comporte le passage brusque d'une contrée à climat tropical à un pays auquel son altitude réserve un climat tempéré. La transition est dangereuse pour les équipages de bœufs. Il faut avoir des relais de climat chaud et de climat froid, et pour les premiers effectuer de préférence le parcours pendant la nuit. L'insuccès des essais tentés jusqu'à ce jour tient en grande partie à l'inobservation de ces précautions élémentaires.

Un entrepreneur de transports a repris l'étude de la question, et il estime à 3.000.000 *f* la somme nécessaire à la création d'un service entre Mevatanana et Tananarive. Cette dépense comprend outre l'établissement des relais à des distances n'excédant pas 20 *km*, l'achat de matériel et de bêtes. Cette somme est trop importante et il serait rationnel de préférer à cette solution celle de la construction de chemins de fer sur route dont un essai vient d'être autorisé sur la route de Mevatanana, dans la direction d'Andriba.

Quoiqu'il en soit, des essais de transport à traction de bœufs sont tentés en ce moment, et, le 20 décembre dernier, deux wagons du type de ceux qui sont employés dans le Sud de l'Afrique, attelés chacun de cinq paires de bœufs, ont fait leur entrée à Tananarive. D'autres voitures seront prochainement mises en service.

5° *Automobiles.* — Un traité passé en 1898 entre le général Galliéni et la Compagnie Française des Transports Coloniaux, à la-

s'est substituée la Compagnie des Messageries de Madagascar, accordait à cette dernière la concession des transports à effectuer pour une durée de 7 années à partir du 1er juillet 1899.

Le mode de transport était laissé au choix de l'entrepreneur, mais toutefois de sérieux avantages lui étaient réservés dans le cas où il organiserait un service de transports à traction mécanique sur route (automobiles), de Mahatsara à Tananarive.

Dans cette hypothèse, la Colonie lui garantissait un minimum de tonnage à transporter correspondant à un revenu annuel de 500 000 *f*.

Le tarif des transports est fixé à 440 *f* par tonne, ce qui fait, avec les 40 *f* perçus sur le canal des Pangalanes et le prix de transport par chemin de fer entre Tamatave et Ivondrona, un prix global de 500 *f* par tonne, au lieu de la moyenne de 800 francs par bourjanes. La Compagnie bénéficiera aussi des transports privés, et il convient de rappeler à ce sujet que le trafic d'importation annuel en Imérina dépasse aujourd'hui 5,000 *t*.

La Société compte mettre en service des automobiles munies de moteurs à essence de pétrole du poids de 4 *t* et d'une charge utile de 3 *t*, un peu lourd peut-être pour les ouvrages d'art en bois de la route. Les essais de réception des machines doivent avoir lieu en France, mais on peut éprouver des doutes sur le succès de cette tentative.

Les promoteurs de cette entreprise estiment que les qualités de roulage de la route carrossable de Mahatsara, dont ils ont pu apprécier la valeur sur les sections déjà ouvertes à la circulation, sont suffisantes pour le bon fonctionnement du nouveau service. Ils espèrent atteindre une vitesse moyenne de 4 à 5 *km* à l'heure, ce qui permettra de monter à Tananarive en cinq ou six journées de 10 heures de marche.

CHAPITRE III

Différents projets de chemins de fer étudiés. — Solution du chemin de fer de Tamatave à Tananarive proposée par le Gouvernement de la Colonie.

Les améliorations que les routes carrossables entreprises au lendemain de la conquête apporteront dans les relations de l'Imérina avec la côte n'abaisseront pas le prix des transports dans des proportions suffisantes.

Les routes sont une solution transitoire qui répondra tant bien que mal aux besoins de notre colonie pendant quelques années. Elles permettront la substitution des transports par traction mécanique (automobiles) cu par charrettes, au portage à dos d'hommes, et rendront immédiatement un grand nombre de bras à l'agriculture,

La nécessité d'une voie à rendement plus puissant et plus économique, indispensable au développement industriel de l'Imérina et des régions avoisinantes, rend urgente la création de chemins de fer.

Le choix d'un tracé, qui a été l'objet de nombreuses discussions, est définitivement arrêté. La première voie ferrée de Madagascar aboutira à Tamatave. Les rapports établis à la suite des reconnaissances effectuées par le génie et la Compagnie Coloniale de Madagascar, tant sur la côte orientale que dans la direction de Majunga, sont unanimes à reconnaître que les difficultés à surmonter sont comparables des deux côtés, mais le tracé de Tananarive à la mer par l'est présente une économie de parcours de plus de 100 *km* sur celui du versant occidental (Tananarive-Mevatanana).

Les moyens financiers de la colonie sont encore trop faibles pour qu'elle puisse supporter les charges que lui imposerait la création de ces deux voies ferrées. Nécessaires toutes les deux, le souci de la mise en valeur rapide de l'Imérina a conduit à accorder le droit de priorité à la construction de celle qui réalisait le minimum d'efforts, de sacrifices et de temps.

D'ailleurs, le réseau malgache ne doit pas se borner à ces deux lignes. On peut entrevoir l'époque, peut-être prochaine, où il rejoindra Diego-Suarez, notre meilleure position stratégique à Madagascar, point d'appui de la flotte, seul débouché de la colonie en cas de guerre extérieure, pour lequel la métropole a récemment consenti des sacrifices considérables.

Un chemin de fer reliant l'Imérina à Fianarantsoa, capitale du pays betsileo, avec prolongement sur la mer; desservirait les plus riches provinces de l'île, il est aussi reconnu nécessaire. Les nombreux partisans que lui ont ralliés ses avantages économiques, voulaient en faire la première voie ferrée de pénétration. Sa trop grande longueur, 600 *km*, mit obstacle à ce projet. Les études en ont déjà été faites de la mer à Fianarantsoa, 210 *km* par la Compagnie auxiliaire de colonisation de Madagascar, mais la concession de cette portion de la ligne ne lui a pas été accordée.

La ligne de Tamatave ne sera donc que l'amorce d'un réseau dont la réalisation est intimement liée à la prospérité de notre nouvelle colonie.

Différentes études et propositions faites pour la construction et l'exploitation du chemin de fer de Tamatave à Tananarive.

Dès l'année 1896, le colonel Marmier et le commandant Goudard exécutaient une série de reconnaissances et concluaient à la possibilité d'un tracé en suivant les vallées convenablement orientées de la Vohitra-Sahatandra et de la Sahahanjony-Isafotra.

Vers la même époque, la Société de construction des Batignolles, envoya à Madagascar une mission technique dirigée par M. Duportal, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, dans le but d'étudier aussi un projet de chemin de fer entre Tananarive et la mer.

Malgré les difficultés que lui créa la révolte des Fahavalos, la mission put réunir tous les éléments nécessaires à l'élaboration d'un avant-projet sommaire, suffisant pour indiquer un tracé, et pour donner une évaluation approximative des dépenses.

L'itinéraire proposé était dans ses grandes lignes semblable à celui dressé plus tard par la colonie. Sa longueur entre Tamatave et Tananarive était de 350 *km*. Il franchissait quatre grandes rivières, l'Ivondrona, le Ranolohy, la Vohitra et le Mangoro, sur des ponts métalliques ayant respectivement 350 *m*, 120 *m*, 225 *m* et 70 *m* de longueur. Il comportait en outre une dizaine de ponts de 25 à 30 *m* et une douzaine de tunnels. Les travaux étaient estimés devoir durer trois ans.

Les propositions présentées par la Société de construction des Batignolles pour la construction et l'exploitation de la nouvelle voie ferrée, étaient basées sur une garantie d'intérêts. Elles engageaient non seulement les finances de la Colonie, mais encore celles de l'État. Leur adoption aurait entraîné l'application d'un système analogue pour les autres lignes à construire successivement dans l'île. Elles furent jugées inacceptables.

A côté de ces premières propositions, il convient de citer celles de M. de Coriolis, ancien membre de la Chambre des Communes d'Angleterre, qui demandait la concession à perpétuité de tous les chemins de fer à créer à Madagascar. La nationalité de leur

auteur souleva une forte émotion dans le monde colonial. L'affaire fut portée à la tribune de la Chambre des Députés, par voie d'interpellation. Bien naturellement il ne fut donné aucune suite à ce projet.

Cependant les ressources de la Colonie, insuffisantes pour qu'elle pût songer à exécuter elle-même un travail de cette importance, rendaient désirable l'intervention de l'industrie privée.

Au commencement de 1897, une demande de concession fut présentée par la Société d'Études et d'Explorations de Madagascar. Elle était établie sur le modèle de celles qui ont permis aux Américains d'exploiter et de développer la plus grande partie de leur immense réseau, c'est-à-dire, avait pour base l'attribution au concessionnaire de terres et de mines comme rémunération et en échange des risques et périls qu'il court dans la construction et l'exploitation du chemin de fer.

La convention du 11 mars 1897 accordait à la Société la concession de la construction et de l'exploitation, pendant 99 ans, d'un chemin de fer entre Tananarive et la mer et, s'il y avait lieu, d'un port à créer soit sur la mer, soit sur les lagunes ou lacs qui bordent la mer, soit sur la rivière Iaroka ou un de ses affluents, en un point accessible en toute saison à des bateaux calant au moins 1 *m*.

Elle recevait 520000 *ha* de terrains domaniaux avec privilège sur les mines qu'ils pouvaient renfermer, et obtenait en outre pendant 15 ans un droit de préférence pour la construction de toute voie ferrée reliant Tananarive à un point quelconque de l'Imérina ou à la mer, et de tout embranchement reliant un point quelconque de cette ligne à la mer entre Tamatave et Mahanoro. Les études techniques étaient à sa charge, sauf approbation de l'autorité administrative.

L'État se réservait, à toute époque, le droit de rachat de la concession du chemin de fer et du port.

La durée des travaux ne devait pas dépasser six années, à partir de la date où la concession devenait définitive, et un délai d'une année, avec prolongation éventuelle de six mois dans le cas où une somme d'au moins 150000 *f* aurait été dépensée pour les études pendant les douze premiers mois, était réservé à la Société pour dénoncer la convention.

Cette convention ne fut pas discutée devant la Chambre, la Société n'ayant pu constituer son capital.

Le gouvernement préoccupé de la solution à donner au problème des transports, fit faire en 1897, une étude spéciale du chemin de fer, par une mission d'officiers du génie, sous la direction du colonel Roques. On reconnut que les difficultés matérielles d'exécution étaient beaucoup plus grandes qu'on ne l'avait supposé tout d'abord, et que les dépenses dépasseraient d'au moins 50 0/0 les premières évaluations.

Cette nouvelle situation, en détruisant les prévisions précédemment établies, avait beaucoup influé sur les difficultés qu'avait éprouvées la Société d'Études et d'Explorations de Madagascar pour constituer son capital.

Elle rendit nécessaire un nouvel examen des voies et moyens à employer, pour assurer la construction du chemin de fer.

Au moment où la combinaison de 1897 était abandonnée, la Compagnie Coloniale de Madagascar agissant pour le compte de la Société Française des Chemins de fer de Madagascar, formulait de nouvelles propositions basées essentiellement sur la garantie pendant les quinze premières années de l'exploitation, d'un minimum de transports à effectuer pour le compte de l'État et de la Colonie.

Ces propositions furent sanctionnées par la Convention du 22 mars 1897, qui accordait à la Compagnie Coloniale de Madagascar, la concession de la construction et de l'exploitation pendant 99 ans, d'un chemin de fer de Tananarive à la mer, avec terminus actuel près Aniverano, sur la rivière Vohitra, affluent du Yaroka, ou Andevorante sur le canal des Pangalanes. Elle comprenait aussi la concession de la section du chemin de fer entre le point terminus ci-dessus et Tamatave, mais avec la faculté de différer sa construction jusqu'au jour où le trafic de la section de Tananarive aurait atteint une recette brute de 44 000 *f* par kilomètre. En attendant, le canal des Pangalanes et le Iaroka devaient servir de trait d'union entre Tamatave et la tête de ligne du chemin de fer.

Aussi, prévoyant le cas où le concessionnaire du canal des Pangalanes dénoncerait son contrat avant le 15 avril 1898, terme extrême de son délai d'option, la Convention attribuait éventuellement cette concession à la Compagnie Coloniale.

Le produit minimum des transports à effectuer pour le compte de l'État et de la Colonie, qui constituait la base de la garantie, fut fixé à 2 800 000 *f* pendant une durée de 15 années. La Compagnie recevait, en outre, 100 000 *ha* de terrains domaniaux avec privilège

sur les mines qu'ils pouvaient renfermer, et il était stipulé qu'une concession supplémentaire de 200 000 *ha* lui serait accordée dans le cas où elle construirait immédiatement le chemin de fer jusqu'à Tamatave.

De même qu'en 1897, la nouvelle convention réservait un droit de préférence pour la construction et l'exploitation de toute voie ferrée reliant un point quelconque de la ligne concédée à la mer entre Tamatave et Mahanoro, des embranchements partant d'un point de cette ligne situé dans l'Imérina, et des lignes indépendantes reliant Tananarive à un point quelconque de l'Imérina ou de la mer.

L'État ne pouvait exercer sa faculté de rachat qu'après les premiers vingt ans de l'exploitation.

Les délais d'exécution et d'option étaient respectivement de six et de une années.

Une mission dirigée par MM. Guibert et Dufour fut envoyée à Madagascar pour étudier le projet de la colonie, se rendre compte sur place des difficultés d'exécution et vérifier les évaluations de l'administration qui se montaient à 60 millions pour la totalité de la ligne et à 47 500 000 *f* ou 166 500 *f* le kilomètre pour la section de Tananarive à Aniverano.

Le tracé auquel elle s'arrêta fut celui de la colonie modifié dans quelques détails techniques. Son rapport mit en relief les difficultés d'exécution des travaux, dont le prix de revient kilométrique fut estimé à 200 000 *f* au minimum pour la première section.

Aussi, en mars 1899, la Compagnie Coloniale de Madagascar, jugeant insuffisants les avantages qui lui étaient accordés, ne crut pas pouvoir donner suite à ses premières propositions et dénonça la convention de 1898,

Elle présenta ensuite de nouvelles offres, qui furent jugées trop onéreuses pour la colonie.

Projet de la colonie. — Emprunt de 60 millions.

Les négociations poursuivies sans résultat depuis 1896 ont conduit le gouvernement de Madagascar à faire exécuter les travaux par voie d'adjudication, sur les projets et sous la direction des Ingénieurs du Service des Travaux publics des Colonies.

La solution adoptée est celle du colonel Roques, directeur des

Travaux publics à Madagascar. Elle consiste à relier Tananarive à Aniverano, petite localité située sur la rive droite de la rivière Vohitra, affluent du Iaroka, accessible en toute saison aux embarcations calant 1 *m*. On différera la construction du chemin de fer jusqu'à Tamatave ; elle aura lieu lorsque le trafic sera suffisamment développé. En attendant, on empruntera, pour gagner Tamatave, la voie navigable formée par la Vohitra, le Iaroka et le canal des Pangalanes.

D'Aniverano, le tracé remonte les vallées de la Vohitra et de la Sahatandra et franchit une première ligne de crêtes, celle des Betsimisarakas, au col de Tangaina (altitude 1 080 *m*). Il gagne ensuite Moramanga, village important où passe aussi la route carrossable. Puis il traverse la belle et large vallée du Mangaro, s'engage dans les vallées de la Sahohanjona et de l'Isafotra et atteint le rebord oriental des hauts plateaux, ou chaîne de l'Angavo au col de l'Ankofiky, point culminant de la ligne, 1 480 *m*, qui lui donne accès en Imérina. Il se dirige sur Tananarive, 1 370 *m*, en suivant les vallées tributaires de l'Ikopa.

Sa longueur est de 290 *km*. La voie aura 1 *m* de largeur entre les rebords intérieurs des rails. Dans les gares et garages, les entre-voies seront disposées de manière à laisser un espace libre de 0,50 *m* entre deux wagons se croisant.

Les rails de 22 *kg* au mètre courant seront posés sur traverses métalliques au nombre de 1 250 par kilomètre.

Le rayon minimum des courbes a été fixé à 50 *m*. Les alignements ménagés entre deux courbes successives en sens inverse ne seront pas inférieurs à 25 *m*, sauf dans certains cas où ils pourront descendre jusqu'à 5 *m* entre les raccordements paraboliques sans que la distance entre les parties circulaires soit inférieure à 25 *m*.

Le maximum de déclivité sera de 25 *mm*, mais, dans quelques parties très accidentées des chaînes des Betsimisarakas et de l'Angavo, ce chiffre a été porté à 30 *mm* et même 35 *mm*, y compris la résistance due aux courbes.

Sur les 290 *km* qui séparent Aniverano de Tananarive, le total des paliers ne dépasse pas 130 *km*. Le reste du parcours est occupé par les déclivités qui atteignent 25 *mm* sur 25 *km*, 20 *mm* sur 65 *km*.

Les courbes ont une longueur totale de 150 *km*, dont 30 *km* en courbes de 50 *m*.

La traversée du Mangoro demandera un pont métallique de 100 *m*. C'est le seul grand pont. Les autres ponts et ponceaux

qui seront jetés sur les nombreux cours d'eau et ruisseaux que rencontre le tracé ont tous une longueur individuelle inférieure à 30 *m* et ne dépassent pas une longueur totale de 4000 *m*.

Il a été aussi prévu une douzaine de tunnels dont un de 250 *m*. Leur longueur totalisée est d'environ 1 300 *m*. Les dimensions adoptées sont de 4,10 *m* de largeur au niveau du rail et 5 *m* de hauteur sous clef au-dessus du rail.

La plate-forme des terrassements aura une largeur d'au moins 3,60 *m* entre-fossés.

Les terrains traversés sont argileux. Leur tenue est meilleure qu'on ne l'avait cru tout d'abord. Les sections qui précèdent les cols de Tangaina et de l'Ankofiky sont très accidentées. Les pentes naturelles de 40 et 45° sont courantes. La voie, presque constamment à flanc de coteau, exigera des travaux de soutènement importants et de nombreux ouvrages d'art pour l'écoulement des eaux et la conservation de l'infrastructure. Les sections de l'Imérina et du Mangoro ne présentent aucune difficulté de construction.

Le cube total des terrassements est de 300000 m^3, celui des maçonneries, 250000 m^3. Le matériel des voies, rails et traverses représentera un poids total de 30000 *t*. Le projet du colonel Roques comporte la mise en service de trains de 75 *t* en charge remorqués par des locomotives du poids de 24 *t*, à deux essieux couplés et à boggie à l'avant. Les voitures aussi seront montées sur boggie. La vitesse commerciale réalisée serait de 20 *km* à l'heure, la vitesse de marche descendant à 12 *km* à l'heure sur les rampes de 25 *mm* et atteignant 50 *km* à l'heure sur les paliers.

On estime que la durée des travaux n'excédera pas sept années. Les tarifs qui seront perçus au début de l'exploitation seront les suivants :

VOYAGEURS (GRANDE VITESSE).

		Par kilomètre.	Pour le trajet d'Aniverano à Tananarive.
Européens.	1re classe	0,40 *f*	116,00 *f*
	2e —	0,20 *f*	58,00 *f*
Indigènes.	3e classe	0,10 *f*	29,00 *f*
	4e —	0,05 *f*	14,50 *f*

	Par 100 kilogrammes et par kilomètre.	
Bagages et messageries	0,10 *f*	29,00 *f*

MARCHANDISES (PETITE VITESSE)

Importations.

		Par tonne et par kilomètre.	Pour le trajet d'Aniverano à Tananarive.
		—	—
Marchandises.	1re catégorie	0,75 *f*	217,50 *f*
	2e —	0,50 *f*	145,00 *f*
	3e —	0,25 *f*	72,50 *f*
		Par tête et par kilomètre.	
		—	
Animaux vivants.	1re catégorie	0,40 *f*	116,00 *f*
	2e —	0,10 *f*	29,00 *f*

Exportations.

		Par tonne et par kilomètre.	Pour le trajet d'Aniverano à Tananarive.
		—	—
Marchandises.	1re catégorie	0,50 *f*	145,00 *f*
	2e —	0,25 *f*	72,50 *f*
	3e —	0,10 *f*	29,00 *f*
	4e — (riz, maïs).	0,05 *f*	14,50 *f*
		Par tête et par kilomètre.	
		—	
Animaux vivants.	1re catégorie	0,10 *f*	29,00 *f*
	2e —	0,05 *f*	14,50 *f*

Des réductions seront effectuées sur ces tarifs au fur et à mesure du développement du trafic.

Les études du chemin de fer ont été continuées au delà d'Aniverano jusqu'à Tamatave. Cette seconde grande section a 106 *km* de longueur. Elle traverse un pays plat. Sa construction n'offre aucune difficulté. Un embranchement reliant Aniverano à Andevorante par les vallées de la Vohitra et de l'Iaroka est également prévu. Il aurait une longueur d'environ 30 *km*.

Enfin un tracé a été préconisé qui relierait Tamatave à Tananarive en remontant la vallée de l'Ivondrona d'où l'on aurait accès à celle du Mangoro que l'on descendrait jusqu'à son confluent avec la Sahahanjona pour retrouver l'itinéraire précédent. Ce tracé desservirait la région riche en bétail du lac Alaotra, mais supprimerait le bénéfice de la voie fluviale qui, d'Aniverano, permet d'économiser 106 *km* de voie ferrée.

Réalisation des travaux. Main-d'œuvre. — Une importante question est celle de la réalisation des travaux, une de celles qui a le plus lourdement pesé sur le résultat des négociations engagées avec les entreprises particulières. Les ressources de la colonie permettent de la résoudre partiellement.

Actuellement, les chantiers de l'État situés entre la côte et le Mangoro, occupent en permanence 2 500 ouvriers prestataires. Ce sont des Betsimisarakas. Ils sont nourris et reçoivent un salaire journalier variant de 0,25 *f* à 0,40 *f*. Ils fournissent un mois de travail par an.

En Imerina, on estime que la prestation permettra d'entretenir une permanence sur les travaux de 4 000 ou 5 000 ouvriers. Chaque homme fournissant un mois de travail, la main-d'œuvre hova disponible serait donc de 50 000 à 60 000 hommes. Le hova se soumet à la prestation, mais il serait imprudent de compter sur lui pour un séjour prolongé au chantier.

La prestation se renouvelle régulièrement par fraction environ tous les quinze jours.

Certaines précautions doivent être prises dans le recrutement et l'emploi des indigènes. On doit s'attacher à les employer dans les régions voisines de leurs villages. Le Hova, par exemple, ne dépasse pas le Mangoro. Au delà il s'acclimate fort mal et les essais d'exportation de ces travailleurs dans les contrées basses n'ont pas réussi. Les Betsimisarakas, au contraire, travaillent dans la forêt.

Il existe aussi une race de travailleurs nomades, que l'on a surnommés les Auvergnats de Madagascar. Ce sont les Antaimoras. Ils ne rentrent chez eux qu'au moment des récoltes. On a essayé de les retenir pendant toute l'année, sans beaucoup de succès; ils ne comprennent pas que le fruit de leur travail peut remplacer le produit de leurs rizières. Cependant trois ou quatre cents d'entre eux consentent déjà à rester en permanence sur les chantiers. Cette race pourrait fournir de 1 500 à 2 000 ouvriers.

Il n'est pas dissimulable que ces chiffres sont insuffisants pour assurer, dans les délais prévus, l'exécution du programme de travaux publics projeté à Madagascar. Il faudra avoir recours à la main d'œuvre d'importation.

L'émigration des Hindous, race sobre, maniable, peu exigeante, d'une acclimatation facile, pourrait fournir une base de recrutement excellente. Quelques partis coloniaux combattent vivement

l'introduction de cet élément à Madagascar, en raison de sa nationalité. Il est désirable que ces résistances d'ordre politique s'inclinent devant l'intérêt général de la colonie et ne la privent point des nombreux avantages qu'elle retirerait de l'emploi des Hindous.

Des essais de main-d'œuvre chinoise ont été tentés, en 1897, sur les chantiers de la route carrossable de Mahatsara. Leur résultat fut mauvais. La mortalité des Chinois fut considérable. Il est vrai que leur installation était défectueuse. L'insuccès de cette tentative ne doit pas faire condamner leur emploi.

De récentes propositions, émanant d'un entrepreneur de Travaux Publics, en Indo-Chine, ont été faites pour l'importation de la main-d'œuvre nécessaire à l'exécution des travaux du chemin de fer tout entier. Ces offres que la situation de leur auteur rend très sérieuses ne sont recevables qu'en partie, car la colonie ne peut renoncer au bénéfice que lui procurera la main-d'œuvre prestataire bon marché.

Méthode et moyens d'exécution. — Les conditions topographiques des régions traversées ne permettront pas d'attaquer les travaux simultanément en plusieurs points. Les transports à l'avancement à l'aide de voies de terrassements seraient trop coûteux. On construira la ligne par tronçons qui seront achevés successivement l'un après l'autre, en n'employant les voies Decauville que sur les travaux en cours d'exécution. Les 80 premiers kilomètres à partir d'Aniverano seront attaqués tout d'abord. Des leur achèvement qui demandera environ dix-huit mois, ils seront livrés à l'exploitation. On passera ensuite à la section suivante.

Les travaux seront mis en adjudication par petits lots, accessibles aux entrepreneurs ne possédant pas de gros capitaux.

Ces lots seront de 10 *km* environ. Le recrutement de la main-d'œuvre, peu abondante au début, sera l'objet de vives compétitions de la part des entrepreneurs. Aussi, afin d'éviter les exodes des indigènes d'un chantier à l'autre, il est probable que l'on débutera par l'adjudication d'un seul lot de 30 *km*. Les petits lots de 10 *km* seront donnés ensuite, quand la main-d'œuvre sera suffisante pour alimenter tous les chantiers.

Cette mise en adjudication à laquelle s'est définitivement arrêté le gouvernement de la colonie a paru la solution la plus avantageuse. Elle entraîne le recours à l'emprunt, mais permet

d'obtenir des capitaux au taux le plus bas possible. Elle allègera le budget de la colonie des lourdes charges que l'acceptation des offres présentées durant ces trois dernières années lui aurait values.

Le Comité des Travaux publics des colonies a donné son approbation au projet du colonel Roques, modifié conformément aux propositions de la Compagnie coloniale de Madagascar, en 1898; et, en se basant sur les prix de revient obtenus actuellement sur les chantiers de la route carrossable de la côte orientale, il a estimé que les dépenses de la construction de la section du chemin de fer comprise entre Aniverano et Tananarive ne dépasseraient pas 47 500 000 *f*. La question de la main-d'œuvre vaincue, on peut espérer que l'exécution confirmera ces prévisions.

Un projet de loi ayant pour objet d'autoriser Madagascar à emprunter une somme de 60 millions, remboursables en 60 ans, déposé sur le bureau de la Chambre des Députés, le 28 novembre dernier, vient d'être adopté tout récemment.

Sur les 60 millions dont l'emprunt est autorisé, seule une somme de 39 millions sera réalisable immédiatement (1).

Elle correspond à la construction de la section du chemin de fer comprise entre Aniverano et le Mangoro (27 000 000 *f*), et à l'exécution de différents travaux publics tels que : routes, phares, lignes télégraphiques, adduction d'eau, etc.

L'annuité correspondant à cette première partie de l'emprunt varierait de 1 420 000 *f* à 1 724 000 *f* pour un intérêt variant de 3 à 4 0/0 et une durée d'amortissement de 60 années.

Elle doit être inscrite obligatoirement au budget local, et dans le cas où les recettes ne suffiraient pas à couvrir les dépenses obligatoires, il serait suppléé à l'insuffisance par une subvention de l'État.

Le reliquat de l'emprunt (21 000 000 *f*) ne sera autorisé qu'autant que la colonie justifiera de moyens financiers suffisants pour en assurer la charge.

(1) La situation financière de Madagascar paraît satisfaisante, mais il ne convient pas d'exagérer outre mesure la portée des résultats des trois premiers exercices du budget local, qui se sont soldés par des excédents de recettes (2 527 000 *f* en 1898). Les données qu'ils fournissent sont trop peu nombreuses pour qu'il soit possible d'établir une courbe de prévision d'excédents de recettes, ayant un degré d'approximation suffisant. Il a paru prudent de ne pas engager complètement les ressources budgétaires actuelles en réalisant immédiatement la totalité de l'emprunt, et d'en réserver une partie pour faire face aux imprévus.

La question du chemin de fer de Tananarive à la côte orientale entre dans une nouvelle période. Grâce aux efforts de M. le Gouverneur général de Madagascar et aux beaux travaux de M. le colonel Roques, la trop longue étape des négociations et des préparations est heureusement franchie. Celle de l'exécution du projet adopté doit commencer incessamment sous l'habile direction de son auteur, et nous espérons fermement que, dans les délais prévus, notre belle colonie sera enfin dotée de l'outil indispensable à son avenir économique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Revue du Génie Militaire :

1° Année 1897, tome II, page 389 : Étude d'une voie de communication entre Tananarive et Tamatave, par le commandant Goudard ;

2° Année 1898, tome I, page 455 : Extrait d'un rapport du colonel Roques sur la route carrossable de Mahatsara à Tananarive ;

3° Année 1898, tome II, page 193 : Étude sur la construction de la route carrossable de Tananarive à Moramanga par la vallée de la Mandraka (Route de Mahatsara à Tananarive), par le lieutenant Belhague ;

4° Année 1898, tome II, page 289 : Projet de chemin de fer, par le colonel Roques (Tamatave à Tananarive). Détermination et description du projet adopté.

Bulletin du Comité de l'Afrique Française :

1° Année 1897, n° 10, page 348 : Le chemin de fer de Tamatave à Tananarive ;

2° Année 1898, n° 7, page 236 : Extrait d'une correspondance du « Temps » relative au besoin urgent d'une voie ferrée à Madagascar.

Revue de Madagascar :

1re Année 1899, n° 6, page 353 : Les routes à Madagascar, par R. Q. S. (L.-Col. Roques).

2e Année 1900, n° 1, page 1 ; Le premier chemin de fer, par R.Q.S. (L.-Col. Roques).

3e année 1900, n° 3, page 145 : Le Canal des Pangalanes, par R. Q. S. (L.-Col. Roques).

Le Monde Économique :

Année 1899, 16 septembre, page 357 : Le chemin de fer de Madagascar, par Aymon Armand.

Guide de l'Immigrant à Madagascar :

Tome III et Atlas joint à l'ouvrage : Chemin de fer de Tananarive à la mer. Routes carrossables. Routes en territoires militaires. Chemins muletiers. Sentiers, etc.

Quinzaine coloniale :

Année 1899, page 85 : Transports par automobiles. Traité passé entre le général Gallieni et la Compagnie Française des transports coloniaux pour la concession des transports entre Tamatave et Tananarive.

Le Génie Civil :

Année 1900, tome XXXVI, n° 17, page 260 : Les Travaux publics à Madagascar. Le chemin de fer de Tamatave à Tananarive.

Rapport de M. Argeliès, député, sur le projet de loi ayant pour objet d'autoriser Madagascar à emprunter 60 millions de francs, pour la construction d'un chemin de fer de Tananarive à la côte orientale, et l'exécution de travaux publics.

Cartes de Madagascar :

1° Par E. Laillet et L. Suberbie (3 feuilles au 1/1 000 000e) ;

2° Par le Service géographique de l'armée (3 feuillles au 1/2 000 000e).

Pour faire suite à la liste des documents officiels ci-dessus, il nous a semblé bon de donner l'indication des principales pièces constituant le dossier réuni par la Commission des Études Coloniales et déposé à la Bibliothèque, en ce qui concerne Madagascar :

1° Deux notes sur les routes et moyens de transport de Madagascar ;

2° Conférence de M. Duportal sur une exploration technique à Madagascar ;

3° Plans, tracés de chemins de fer et profils en long se rapportant à la dite exploration ;

4° Plusieurs notes relatives aux Travaux Publics à Madagascar ;

5° Huit articles du journal « La Politique Coloniale », concernant la colonisation, les transports, les routes, canaux et chemins de fer à Madagascar ;

6° Cinq numéros du « Journal Officiel » de 1897, 1898, 1899 (Documents officiels et parlementaires) ;

7° Cartes de Madagascar donnant les itinéraires de la route de Tananarive à Tamatave et des différents tracés de chemins de fer. Plans des villes de Tamatave et Majunga.

Il est en outre rappelé que d'autres documents des plus intéressants se trouvent contenus dans les nombreux procès-verbaux des séances tenues par la Commission des Études Coloniales, pendant lesquelles ont été entendus les membres de la Société et autres personnes qui ont bien voulu apporter leurs renseignements inédits et personnels sur notre colonie.

CHRONIQUE

N° 245 A.

SOMMAIRE. — Extraction à grande profondeur dans les mines. — Stations centrales de forcemotrice et de chauffage. — Les grandes bibliothèques américaines. Complément. — Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique *(suite)*.

Extraction à grande profondeur dans les mines. — La question du charbon est une des plus importantes de l'époque actuelle et la nécessité d'aller le chercher à des profondeurs de plus en plus grandes, soulève divers problèmes de l'ordre technique. Celui de l'extraction en est un. L'augmentation de la profondeur des puits entraîne celle de la longueur des câbles et celle du diamètre des tambours; on tombe alors dans des difficultés sérieuses. Avec les bobines où les tours du câble se superposent, la variation du bras de levier de la résistance est un inconvénient; avec des tambours cylindriques où les tours du câble se juxtaposent, la longueur du tambour entraîne des obliquités gênantes pour les câbles. On a proposé diverses solutions plus ou moins ingénieuses, pour remédier à ces défauts, mais nous croyons qu'il en est peu d'aussi curieuses que celle que M. William Morgans a introduite aux houillères de Dolcoath et dont nous trouvons la description dans l'*Engineer*.

L'inventeur emploie un tambour de petit diamètre pour permettre l'emploi d'une machine tournant plus rapidement et, par conséquent, plus légère, et il pare à la difficulté de l'obliquité du câble en déplaçant le tambour dans le sens de son axe à mesure que se produit l'enroulement ou le déroulement du câble.

A cet effet, la machine à vapeur horizontale à deux cylindres et le tambour directement commandé par elle sont fixés à un châssis métallique porté par dix paires de roues roulant sur deux voies à l'écartement normal, voies dont l'axe est parallèle à l'axe du tambour. L'axe de celui-ci agit par une transmission à vis sans fin sur des pignons qui engrènent avec des crémaillères fixes parallèles aux rails, de sorte que le déplacement de tout l'appareil se fait parallèlement à lui-même à mesure de la rotation du tambour.

Le tambour a 3,05 *m* de diamètre et 6,40 *m* de longueur. Les cylindres de la machine ont 0,61 de diamètre et 1,525 *m* de course. Le châssis portant l'appareil a 10,06 *m* de longueur dans le sens de l'axe de la machine à vapeur, et 12,10 *m* dans le sens de l'axe du tambour. Les câbles ont 140 *mm* de circonférence et pèsent 7 *kg* le mètre courant. Les cages chargées pèsent 6 750 *kg*, dont 3000 *kg* de charge utile. En comptant 2 minutes pour l'ascension d'une profondeur de 915 *m* et une demi-minute pour le changement des berlines, on peut compter extraire 72 *t* à l'heure. On a calculé que le déplacement de la partie mobile, châssis et tambour pesant 150 *t*, absorbe 5 *ch* au plus.

Il y a un point dont nous n'avons pas parlé et qui peut sembler un peu délicat. Le déplacement de l'appareil moteur par rapport aux générateurs qui sont fixes (leur installation sur le châssis mobile aurait conduit à un poids excessif) nécessite l'intervention d'un tuyautage articulé. On a résolu la question par l'emploi de tuyaux avec des cols de cygne; il ne paraît pas qu'il y ait là de difficultés sérieuses.

Nous avons parlé dans les *Informations techniques*, de novembre 1899, page 728, de la grande machine d'extraction de la mine de Tamarack, aux États-Unis, machine qui a 4 cylindres de $0{,}90 \times 1{,}83$ *m*. Le tambour a 7,50 *m* de diamètre et autant de longueur; il peut recevoir 1 800 *m* de câble de 37 *mm* de grosseur. La machine pèse 500 *t*, dont 136 *t* pour le tambour et son arbre. Le travail fait par ce puissant appareil consiste à élever d'une profondeur de 1 800 *m* à la vitesse de 20 *m* par seconde, une charge de 19 *t* environ.

La vitesse de 20 *m* par seconde correspond à un nombre de tours de $\frac{20}{\pi \times 7{,}50\ m} = 51$ par minute; la vitesse du piston se trouve ainsi de 3,11 *m* par seconde et le rapport de la vitesse circonférentielle du tambour à celle des pistons de 6,4.

M. Morgans estime que le travail développé par la machine de Tamarack pourrait être fait par une machine établie dans son système n'ayant que deux cylindres de $0{,}915 \times 1{,}83$ *m* actionnant un tambour de 4,88 de diamètre avec déplacement longitudinal de 4,50 *m*. Le rapport de la vitesse du câble à celle des pistons pourrait être ramené à 4,4 et le poids de l'appareil serait très notablement inférieur à celui de la machine américaine; il en serait de même probablement du prix d'établissement, malgré la présence des châssis, essieux montés et appareils accessoires de la disposition Morgans.

Stations centrales de force motrice et de chauffage. — Nous trouvons dans le *Feilden's Magazine* la note suivante qu'il nous a paru intéressant de reproduire, la question étant d'un grand intérêt.

Il y a peu de temps, Sir Douglas Fox exprimait l'espoir que, dans un avenir peu éloigné, on distribuerait couramment aux habitants des villes la chaleur et le travail produits dans des stations centrales situées à des distances plus ou moins considérables de ces villes. Ce progrès figurait parmi un certain nombre d'autres, ayant tous pour objet d'améliorer dans une large mesure la salubrité des grandes agglomérations de population. Il n'y a rien de neuf dans cette idée qui a déjà été réalisée aux États-Unis, où certaines villes possèdent des installations centrales pour la distribution de la force et de la chaleur. L'Amérique est, on le sait, une vaste contrée que la Nature a pourvue de tout sur une vaste échelle et où les habitants cherchent à utiliser dans la plus large mesure possible les avantages que leur offrent les ressources du sol. Il est certain que les stations centrales de chauffage y ont été inaugurées dans des dimensions inconnues partout ailleurs et que cette initiative a été couronnée de succès. L'expérience a donné certaines indications sur les conditions à réaliser pour obtenir de bons résultats.

On a trouvé, par exemple, que la pression la plus économique de la vapeur était de 3 à 4 *kg* par centimètre carré. Avec des précautions convenables, la condensation ne dépasse pas la proportion de 1,6 0/0 par kilomètre dans les tuyaux de 75 *mm* de diamètre et de 1,25 0/0 dans les tuyaux de 125 *mm*. On emploie des tuyaux ayant jusqu'à 0,20 *m* de diamètre.

L'expérience acquise à Détroit fait voir qu'on peut maintenir une pression de 4,25 *kg* par centimètre carré dans des conduites de 0,25 et 0,15 *m* de diamètre de 6,5 *km* de longueur, avec des prises de vapeur tout le long du parcours.

On doit employer des tubes en fer soudés à recouvrement et ces tuyaux doivent être enveloppés avec beaucoup de soin pour prévenir le refroidissement. Nous donnons ici un résumé succinct de la méthode suivi par M. Holly, un Ingénieur qui a acquis une grande expérience des installations de ce genre. Le tuyau est placé sur un tour et enveloppé d'abord d'amiante, puis d'une couche de feutre, de papier buvard et de papier de chanvre. On le recouvre enfin de baguettes de bois placées dans le sens de l'axe et fixées par du fil de cuivre enroulé en hélice. On introduit ensuite le tuyau ainsi enveloppé dans un tronc d'arbre percé d'un trou au centre, trou dont le diamètre est tel qu'il reste une couche d'air entre le bois et le tuyau. L'épaisseur de bois restant doit être de 75 à 125 *mm*. L'élasticité de l'enveloppe est assez grande pour permettre la dilatation et la contraction du tuyau indépendamment du bois.

Le tout est posé dans une tranchée peu profonde, car on n'a pas à craindre l'effet de la gelée avec des enveloppes ainsi constituées. Le fond de la tranchée est couvert de tuiles pour prévenir le contact de la terre humide. On place des planches de 35 *mm* d'épaisseur au-dessus et de chaque côté des troncs d'arbre pour laisser une couche d'air; on goudronne ces planches et on les recouvre de terre pour fermer la tranchée. Des conduites ainsi établies perdent très peu de chaleur par rayonnement, et cet effet s'explique facilement par la constitution de l'enveloppe. L'expérience a fait voir à M. Helly que la perte est encore moindre qu'il ne le supposait. Il a opéré sur une ligne constituée en tuyaux de 75 *mm* de diamètre et de 480 *m* de longueur, inclinée à raison d'une différence de niveau de 6,10 *m* entre les extrémités, et munie d'un purgeur automatique à la partie la plus basse. La pression de la vapeur a été maintenue à 1,4 *kg* par centimètre carré pendant douze heures; le poids de vapeur condensée pendant ce temps a été trouvé de 37,2 *kg*. Ce chiffre rapporté à la quantité de vapeur produite dans les chaudières représente 2,5 0/0. On pare à la dilatation et à la contraction des tuyaux au moyen de joints spéciaux et des boites de service sont placées à des intervalles convenables sur le parcours de la conduite. Ces boites servent aux prises de vapeur et elles sont accompagnées de régulateurs de pression et de compteurs qui précèdent les branchements pénétrant chez les abonnés.

En Europe, on possède déjà des distributions de gaz, d'eau, d'air, d'électricité et de force, et il n'y a pas de raison qu'on n'arrive pas à distribuer aussi de la vapeur pour le chauffage. Toute réduction dans le nombre des foyers indépendants ne peut manquer d'exercer une

influence favorable sur l'état de l'atmosphère des grands centres de population.

Les grandes bibliothèques américaines. — Complément. — La bibliothèque publique de Chicago a 260 000 volumes. Fondée au lendemain du fameux incendie et vieille de trente ans à peine, elle passe pour une des bibliothèques les plus consultées du monde. Ses deux départements, circulant et consultatif, ont donné en communication, en la seule année 1896, deux millions et demi de volumes. Il fallait une installation en rapport avec un pareil mouvement, Aussi, cette institution est-elle, depuis 1897, logée dans un bâtiment qui ne le cède en rien comme aménagement intérieur et somptuosité, aux palais déjà décrits. Ce bâtiment n'est entièrement dégagé que de trois côtés et présente à l'est, sur l'avenue Michigan, une très longue façade. Il est de style classique; une imposante colonnade grecque règne sur tout son pourtour à la hauteur des troisième et quatrième étages.

L'entrée principale est au sud. Huit ascenseurs sont à la disposition du public. On trouve près de l'entrée le service des vingt-une sections de distribution urbaines, au moyen desquelles l'action de la bibliothèque circulante s'étend aux quartiers les plus éloignés.

Les stations sont alimentées par un service de fourgons qui apportent et remportent continuellement les caisses de livres. Ce service possède un outillage très perfectionné et communique pneumatiquement avec la salle de distribution du deuxième étage. Le reste de l'étage est occupé par les ateliers de reliure, les dépôts de documents officiels, les brevets américains, anglais, suisses, etc., une salle réservée aux impressions en relief à l'usage des aveugles et une autre pour les journaux ou volumes reliés. La manutention des gros in-folios de cette dernière collection est rendue très facile grâce à des rayons à roulettes.

Au-dessus, mentionnons, sans nous y arrêter, un étage peu élevé où sont les salles de cataloguement et d'autres locaux.

Nous passerons sur les splendeurs du grand escalier en marbre de Carrare, rehaussé de mosaïques de verre et célébré comme une merveille digne d'un palais des fées. Sur les murs et les voûtes se lisent des sentences, des citations d'auteurs de toute langue et de tout pays proclamant les bienfaits de l'instruction, du culte des livres et de la littérature. Au haut des degrés, on pénètre par de larges baies ouvertes dans une salle resplendissante de lumière, éclairée de tous côtés et, notamment, par une magnifique coupole ajourée, de 12 *m* de diamètre. C'est la salle de distribution. Elle a 40 *m* dans son grand axe. Un long comptoir en bois de mahogon blanc sépare le public des bibliothécaires.

Ceux-ci sont à portée immédiate des *stacks*. On compte que 170 000 volumes se trouvent dans un rayon de 22 *m* du comptoir; à moins de 38 *m*, on en pourra placer 360 000. Les stacks, en fer et en verre, comprennent trois étages superposés, chacun de 2,10 *m* de hauteur. En cas de feu, des rideaux métalliques permettent d'isoler le magasin de livres. Avec les volumes qui sont dans les salles de référence et de lecture, la

capacité actuelle de la bibliothèque s'élève à 600 000 volumes et pourra même atteindre 2 millions lorsque tout l'espace disponible sera utilisé.

C'est au troisième étage que se trouvent les principales salles de lecture. Tout d'abord, à côté de la pièce affectée au catalogue public sur fiches, une grande salle de référence de 42 *m* de longueur, disposant de 20 tables avec places assises pour 176 personnes et de 2 000 volumes environ de salles de référence. Des monte-livres électriques relient cette salle aux stacks. Au fond de l'étage, au nord, c'est une salle de même longueur et plus large, consacrée à la lecture des périodiques; elle est pourvue de 22 tables et de 352 sièges.

Dans cette partie du bâtiment, les salles du bas ne font pas partie de la bibliothèque, pour le moment du moins; ce sont des locaux réservés à des associations militaires de Chicago, en considération du terrain qu'elles ont cédé pour la construction; ils doivent revenir à la bibliothèque au bout de cinquante ans.

L'étage supérieur comprend les salles réservées aux ouvrages d'art.

Le coût de cette construction s'est élevé à 10 millions de francs.

Voyons maintenant, pour terminer, un autre palais des livres, en voie d'achèvement à New-York. En l'année 1895, les bibliothèques Astor, Lenox et Tilden furent réunies en une seule institution sous le nom de New-York Public Library. Un bâtiment pour les loger fut immédiatement projeté. La ville donna un emplacement, contigu au Bryant Park. Un premier concours fut ouvert, auquel tous les architectes de New-York furent invités à prendre part, puis eut lieu un second concours entre les six lauréats de la première épreuve et six architectes désignés par le Conseil de la bibliothèque.

On adopta finalement le plan d'un grand édifice rectangulaire de 105 × 75 *m*, comportant à l'intérieur deux cours de 24 *m* de côté. Le trait caractéristique de cette conception était un immense stack de 75 × 21 *m*, stack sur lequel, au troisième étage, sont placées les grandes salles de lecture, avec lesquelles il communique par des escaliers et des lifts (ascenseurs).

Dans sa partie inférieure, le stack a cette particularité d'être en communication avec la bibliothèque circulante; celle-ci est placée au rez-de-chaussée, pour être d'un accès très facile. *(A suivre.)*

Modifications probables dans le développement de l'industrie chimique *(suite)*. — Les accumulateurs d'énergie sont aussi susceptibles de perfectionnement. Le plus répandu des accumulateurs portatifs est le charbon, mais, d'une part, son rendement en travail utile est assez faible et, de l'autre, nous ne pouvons pas le créer à volonté. Un autre accumulateur, dont la création est toute récente, est le carbure de calcium. Il est remarquable que la plupart des grandes installations hydrauliques établies dans ces derniers temps en France, en Autriche et en Suisse, ont été faites pour la fabrication de ce produit, bien qu'à l'heure actuelle on s'en serve uniquement pour la production de l'acétylène. Il est probable que dès que le carbure de calcium pourra être obtenu à un prix relativement bas, l'acétylène servira de point de départ à une quantité d'applications caloriques et chimiques.

Qui peut dire qu'on ne découvrira pas quelque autre produit permettant d'accumuler l'énergie sous une forme encore plus économique? Alors l'utilisation pratique de la force emmagasinée dans les torrents des régions alpestres sera augmentée dans une énorme proportion.

L'auteur ne se propose pas de traiter ici la question de l'utilisation des forces naturelles. Il n'a en vue que leur transformation, avec ou sans l'intervention de l'électricité, en énergie calorifique et les limites dans lesquelles cette énergie pourrait actuellement remplacer celle qu'on obtient par la combustion du charbon mineral. On se rendra mieux compte du sujet par l'examen de quelques chiffres.

A la dernière réunion de la Société électrotechnique allemande, le professeur Borchers a présenté quelques statistiques dans lesquelles on trouve la quantité d'énergie électrique déjà employée dans les industries électro-chimique et électro-métallurgique, seulement pour les installations en fonctionnement ou en construction.

	Force hydraulique.	Machines à vapeur.	Valeur des produits obtenus.
	chevaux.	chevaux.	francs.
Autriche.	27 000	23	13 750
Belgique.	»	1 000	750
France	110 140	1 300	56 250
Allemagne.	13 800	16 173	68 750
Grande-Bretagne. . .	11 500	8 150	11 250
Italie	29 485	»	12 000
Norvège.	31 500	»	9 250
Russie	6 075	1 500	5 625
Espagne.	7 100	»	3 500
Suède.	29 000	»	11 000
Suisse.	38 950	»	15 750
Etats-Unis.	72 300	11 750	485 750
Canada	1 500	»	560
Transvaal	»	454	36 000

En ce qui concerne les États-Unis, il n'est pas douteux que, dans un avenir très prochain, les chiffres indiqués ne soient dépassés dans une large mesure. Dans ce pays, la force motrice produite par le gaz naturel et transformée en électricité pour les usages chimiques et métallurgiques est actuellement d'environ 2 100 *ch*.

Le total de la puissance hydraulique actuellement utilisée dans les pays indiqués au tableau ci-dessous s'élève à 378 000 *ch* contre 41 350 obtenus avec la vapeur. Une partie de ces derniers ne sont pas produits, il est vrai, au moyen de la houille, mais de lignites de qualité inférieure et de tourbe qu'il serait impossible d'utiliser autrement. C'est ce qui se présente dans certaines parties de l'Allemagne. On a pensé à utiliser de cette manière la tourbe, si abondante en Irlande. Il est certain que les résultats obtenus à Bitterfeld sont assez encourageants pour qu'on cherche à les obtenir ailleurs.

La valeur considérable des produits obtenus en Amérique par l'em-

ploi de l'électricité provient surtout de l'industrie métallurgique (cuivre, argent, or et aluminium). Si on laisse de côté cette partie, on trouvera plus bas quelques chiffres relatifs aux produits chimiques proprement dits et basés sur la production des établissements actuellement en fonctionnement ou en cours de construction.

	CHLORATE de POTASSE	POTASSE CAUSTIQUE	SOUDE CAUSTIQUE	CHLORURE de CHAUX	CARBURE de CALCIUM	CARBORUNDUM
	t	*t*	*t*	*t*	*t*	*t*
Autriche	»	»	7 200	15 750	21 000	»
Belgique	»	»	1 600	3 500	»	»
France	6 300	»	45 280	99 050	35 000	800
Allemagne	120	17 280	2 600	51 200	12 444	225
Grande-Bretagne. .	»	»	11 200	24 500	8 100	»
Italie.	»	»	»	»	29 450	»
Norvège.	»	»	»	»	24 500	»
Russie	»	»	2 400	5 250	6 000	»
Espagne	»	»	3 860	7 350	5 000	»
Suède.	2 000	»	»	»	25 000	»
Suisse	1 850	»	3 300	7 200	28 250	»
États-Unis	330	»	5 120	11 200	60 000	»
TOTAUX. . . .	10 600	17 280	82 560	225 000	254 744	1 025

Il n'a pas été tenu compte, dans cette statistique, de certains produits tels que le sodium, la céruse, etc. L'auteur laisse, d'ailleurs, toute responsabilité au sujet des chiffres du tableau à M. Borchers; il se borne à émettre l'opinion que certains de ces chiffres paraissent exagérés, notamment ceux qui concernent la France, tandis qu'au contraire la valeur indiquée pour l'Italie doit être inférieure à la réalité.

Quoi qu'il en soit, on voit que les installations électriques actuelles peuvent produire ensemble 80 000 *t* de soude caustique à 70 0/0, 17 000 *t* de potasse caustique à 80 0/0, 11 350 de chlorate de potasse et 225 000 de chlorure de chaux. La presque totalité de ces produits est obtenue par la force hydraulique.

Pour terminer, nous devons considérer que les richesses en combustible minéral sont limitées et que leur épuisement n'est qu'une question de temps. La force hydraulique, au contraire, est permanente. Elle ne dépend que de conditions topographiques à peu près invariables, et on peut admettre qu'il n'y aura pas de modifications sensibles et les avantages acquis aux pays pourvus de chutes d'eau ne feront que s'accentuer avec le temps. *(A suivre.)*

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Mars 1900.

Rapport de M. Ch. Bardy sur la viscose et le Viscoïde (1).

Rapport de M. A. Livache sur le fibroleum.

Rapport de M. A. Livache sur les enduits métalliques et les peintures vernissées de M. Delbeke.

Rapport de M. Ed. Simon sur l'ouvrage intitulé : Essai des matières textiles, par M. J. Persoz.

Les marines de guerre modernes, par M. L. de Chasseloup-Laubat (Conférence faite le 21 janvier 1899).

Comparaison du travail à la main et du travail à la machine, par M. E. Levasseur *(suite)*.

La plaine de Caen, par M. Guenaux *(suite)*.

Sur quelques gravures relatives aux origines de la fabrication du sucre de betteraves, par M. L. Lindet.

Développement de l'industrie du fil laminé aux États-Unis, par M. Bancker (Extrait du *Stahl und Eisen)*.

Chargeur électrique Wellmann pour four Martin.

Machines à mouler de Knuttel.

Fabrication des tubes d'acier nervurés sans soudure (Extrait de l'*Engineering News)* (2).

Notes de mécanique. — Expériences sur des hélices aériennes de 9,14 *m* de diamètre, par MM. P. Alexandre et W. G. Walker. — Perfectionnements aux turbines à vapeur Parsons. — Les outils pneumatiques portatifs, d'après M. E. C. Amos. — Laboratoire de mécanique de l'école technique supérieure de Hanovre, d'après F. Friese *(Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure)*. — Théorie des hélices propulsives, note de M. Rateau *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences)*. — Sur les moteurs à gaz à explosion, note de M. L. Marchis *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences)*.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 11. — *17 mars 1900.*

Les grands moteurs à gaz, par R. Meyer *(fin)*.

Mécanisme des bicyclettes, par R. Frank *(fin)*.

(1) Voir *Informations techniques*, 4e section, n° 13.

(2) Voir *Informations techniques*, 3e section, n° 10.

Nouvelle disposition pour les scieries, par E. Forster.
Briqueterie à vapeur de Cadinen (Prusse occidentale).

Groupe de Würtemberg. — La Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Company.

Bibliographie. — Étude sur la théorie des turbines, par G. Zeuner.

Revue. — Activité des établissements royaux d'essais techniques en 1898-99. — Technicum de la ville libre de Brême. — Assemblée générale de l'Association des chimistes allemands.

N° 12. — *24 mars 1900.*

Le bateau-salon *Kaiserin Auguste-Victoria.*
Nouvelles locomotives électriques.

Groupe de Berg. — Situation de la métallurgie allemande à la fin du siècle.

Revue. — Stations centrales de la Metropolitan Street Railway Company et de la Third Avenue Railroad Company, à New-York.

Correspondance. — Mécanisme des bicyclettes.

N° 13. — *31 mars 1900.*

Les grands moteurs à gaz et leurs applications, par M. Müngel.
Expériences sur l'élasticité des fontes à haute résistance, par C. Bach.
Nouveaux appareils de levage actionnés par l'électricité.
Aperçu sur l'élasticité et la résistance des matériaux, par F. Leitzmann.

Groupe de Franconie et du Haut Palatinat. — Installation de turbines à Jacje. — Moteurs pour la petite industrie.

Groupe de la Haute Silésie. — L'acier au creuset.

Bibliographie. — Manuel des sciences de l'Ingénieur, par Th. Landsberg. — Charpentes métalliques en Angleterre, par L. Mertens. — Construction de ponts en Autriche-Hongrie,

Revue. — Le grand-duc Frédéric de Bade, Docteur honoraire de l'École technique supérieure de Carlsruhe. — Grue tournante pour chantiers.

N° 14. — *7 avril 1900.*

Modification de la texture du fer et du cuivre par le travail à froid et par l'échauffement qui en est la conséquence, par E. Heyn.
Le soleil et les causes de sa chaleur, par Holzmüller.
La cheminée monumentale de l'Exposition universelle de 1900 à Paris, par G. Lang.

Groupe de Dresde. — Freins à patins pour chemins de fer électriques.

Groupe d'Alsace-Lorraine. — Notice nécrologique sur Fritz Brauer (1).

(1) Une notice nécrologique sur ce regretté Collègue a paru dans le *Bulletin* de janvier, 2e quinzaine, page 52, de notre Société.

Groupe de Mannheim. — L'industrie et le commerce dans l'Asie occidentale.

Revue. — L'Exposition universelle de Paris en 1900. — Ravitaillement en charbon des navires à la mer. — Navire pour l'expédition au pôle sud. — Moteur asynchrone de 850 *ch.* — Quarantième réunion générale de l'Association allemande pour le gaz et l'eau.

Travaux de l'Association. — Règles pour les expériences de rendement sur les chaudières et les moteurs à vapeur.

INFORMATIONS TECHNIQUES[1]

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **La gare de Zürich.** — On sait que la gare de Zürich, qui fut en son temps une des plus belles gares de l'Europe, ne répondant plus aux besoins du service, il était depuis longtemps question, non seulement de l'agrandir, mais encore de la transférer dans un autre quartier de la ville. Quantités de projets ont été faits depuis plusieurs années pour la reconstruction de cette gare.

Le Conseil fédéral, qui avait le dernier mot à dire dans cette affaire, vient de décider que : 1° la gare resterait à son emplacement actuel ; 2° qu'elle serait agrandie dans une très notable mesure par la Compagnie du Nord-Est ; 3° que les ateliers de réparation, qui sont actuellement dans le voisinage de la gare des voyageurs, seraient transférés à Dietikon, grand village sur la rive gauche de la Limmat, à 8 *km* de Zürich. La Compagnie du Nord-Est est donc entièrement chargée de la transformation de la gare de Zürich, dont elle est propriétaire. En ce qui concerne les constructions adjacentes et les ateliers de réparations, le Conseil fédéral lui a octroyé un délai expirant le 30 avril prochain pour le dépôt des plans. Le coût total des travaux est devisé à 12 millions de francs.

2. — **Enlèvement de roches sous-marines.** — Le gouvernement des États-Unis a entrepris l'enlèvement de quelques roches sous-marines existant dans le port de San Francisco et qui gênaient beaucoup la navigation. Ces rochers sont le Arch Rock, le Shag Rock et deux autres plus petits et voisins des deux autres, le tout formant une surface d'environ 40 000 m^2. Ils présentent, par leur position, l'inconvénient de diviser en deux la passe située entre l'île d'Alcatray et l'île de l'Ange et de créer des courants dangereux dans la partie de la baie de San Francisco la plus fréquentée. Ce travail doit durer deux ans environ. On arasera les roches à 9 *m* au-dessous du niveau des basses mers.

Voici comment on opère. Un mât formé d'une pièce de bois de 305 × 305 *mm* et de 20 *m* de hauteur a été élevé au sommet du Shag Rock. Ce mât est maintenu par quantité de haubans partant de son sommet et s'amarrant à des ancres fixées au fond. A ce mât est suspendue une plate-forme de 18 *m* de largeur et de 54 *m* de longueur qui peut tourner autour du mât. Sur cette plate-forme sont placées les perforatrices qui reçoivent le mouvement d'un moteur installé sur un bateau à côté de la plate-forme. On ne dit pas si la transmission se fait

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de MM. G. Baignères, Membre du Comité, et L. Périssé, Secrétaire.

par l'air comprimé ou l'électricité. Ces perforatrices font des trous verticaux dans lesquels on place des cartouches de dynamite.

Le roc est broyé en fragments assez petits qu'on enlèvera par dragage. La plate-forme est établie à un niveau supérieur à celui des plus hautes mers et le travail se poursuit sans interruption, même par des temps assez mauvais. On doit enlever 2 400 m^3 de rocher. (*Scientific America*, 24 mars 1900, page 186. Article illustré.)

3. — **L'assainissement de la ville de Mexico.** — On vient d'achever les travaux entrepris pour l'assainissement de la ville de Mexico, œuvre qui peut prendre rang parmi les plus importantes dans l'art de l'Ingénieur. Commencés il y a deux siècles, continués à d'assez longs intervalles et finalement menés à bien par l'énergie et le dévouement de quelques hommes, malgré les difficultés de toute nature, ils constituent un ouvrage dont un pays peut être fier.

La vallée de Mexico forme un bassin de 5 500 km^2 de superficie, situé à 2 280 *m* au-dessus du niveau de la mer. Six lacs reçoivent les eaux pluviales de cet immense bassin entièrement entouré de montagnes ne laissant aucun passage pour l'évacuation des eaux. Lors de la conquête espagnole, la ville de Mexico était sur une île ; peu à peu les eaux se sont retirées et la ville est actuellement à 5 *km* du lac le plus rapproché ; ce dernier est peu profond et il n'y a que 2 *m* de différence entre son niveau et le niveau général de la ville. Les égouts débouchent dans un canal qui aboutit à ce lac et, lorsque les eaux sont hautes, l'écoulement devient difficile et les conditions hygiéniques s'en ressentent. Le taux de la mortalité, toujours élevé, montait à certains moments à 4 0/0.

Il y a deux cents ans, on se proposait plutôt de dessécher que d'assainir. Un des lacs donnait lieu à des inondations si désastreuses qu'en 1607 on commença des travaux destinés à lui donner un écoulement à travers la montagne. On exécuta une tranchée et un tunnel, mais ils se trouvèrent insuffisants et en 1627 et 1629 la ville fut inondée pendant plusieurs mois. On songeait à transporter la ville à un niveau plus élevé, lorsqu'en 1634 une catastrophe vint améliorer la situation ; un tremblement de terre amena des fissures qui permirent aux eaux de s'écouler. Depuis, la vieille tranchée et l'ancien tunnel furent peu à peu élargis et devinrent finalement le Tajo de Mochistongo, qui est un des plus grands canaux artificiels de dessèchement du nouveau monde et qui a de 9 à 48 *m* de profondeur et par endroits jusqu'à 90 *m* de largeur.

L'ouvrage terminé aujourd'hui comporte un canal de 20 *km* de longueur allant de la ville au lac de Texcoco. Ce canal a 5 *m* de largeur au plafond et une profondeur d'eau moyenne de 1,40 *m*. Il aboutit à un autre canal de plus grandes dimensions qui a 28 *km* de longueur et reçoit les eaux du lac aussi bien que celles de la ville. Ce canal a 6,20 *m* de largeur en plafond et une profondeur de 2,50 *m*. Il aboutit à un tunnel de 10 *km* de longueur par lequel les eaux s'écoulent hors de la vallée. Nous avons déjà dit quelques mots de ce travail dans la Chronique de juillet 1893, page 107. Les renseignements qui précèdent sont extraits de l'*Engineering Record*, 24 mars 1900, p. 263.

4. — **Le chemin de fer de Tocopilla.** — Cette ligne a été établie pour desservir les vastes dépôts de nitrate de soude de Toco, au Chili, lesquels sont la continuation vers le Sud des célèbres gisements de Taracaya.

Ce chemin de fer a un profil extrêmement accidenté, le rayon des courbes y descend à 54 *m*. La voie est à l'écartement de 1,067 *m* (3 1/2 pieds anglais). Il est divisé en quatre sections : la première, qui va du port à Barriles situé à 22,5 *km*, a présenté les plus grandes difficultés; l'inclinaison y est presque continue à raison de 40 0/00; les courbes se succèdent presque sans interruption et il n'y a souvent que 7,50 *m* d'alignement entre elles. On a beaucoup de peine, du reste, à maintenir l'écartement des rails et l'usure latérale du champignon des rails est excessive.

On se sert de locomotives Meyer qui sont les premières qui aient été été faites en Angleterre. Les wagons sont en acier avec les bords en tôle ondulée, on a réalisé un rapport de 3,6 à 1 entre la charge utile et le poids mort.

Le matériel est muni de freins à vide automatique et de freins à main agissant sur des sabots en fonte. Avec un vide de 0,40 *m* d'eau, on règle la marche d'un train de 125 *t* sur des pentes de 40 0/00.

La contrée que traverse la ligne manque absolument d'eau douce; on ne se sert que d'eau de mer distillée ou de l'eau saumâtre de la rivière Loa également distillée. On y ajoute de la chaux à raison de un millième pour prévenir la corrosion des chaudières. Cette eau est envoyée par des pompes et par une conduite en tôle d'acier à un réservoir situé au point culminant du tracé. L'exemple de cette ligne prouve qu'on peut faire circuler, sur une voie à courbes de faible rayon, un matériel puissant et permettant un trafic relativement considérable avec des frais d'établissement et d'exploitation modérés (*Institution of Civil Engineen*, séance du 3 avril 1900).

IIe SECTION

Mécanique et ses applications, Locomotives, Machines à vapeur, etc.

5. — **Machines à vapeur surchauffée.** — Une notice publiée par la Fabrique de Machines d'Archarsleben, précédemment W. Schmidt et Cie, qui construit les machines à vapeur surchauffée du système Schmidt, donne des chiffres comparatifs sur la consommation des moteurs à vapeur, chiffres qu'il nous paraît intéressant de donner tout en laissant toute responsabilité, à ce sujet, à la notice à laquelle nous les empruntons (1).

On prend pour sujet de comparaison des machines de 300 *ch*, fonctionnant toutes à la même pression, 11,5 *kg*.

(1) Voir au sujet des machines Schmidt les Chroniques de février 1895, page 307 et mars 1895, page 474.

A. Une machine à triple expansion, employant de la vapeur saturée, consomme 5,5 *kg* de vapeur par cheval indiqué et par heure, ce qui donne une dépense de calorique de $5,5 \times 665 = 3\,360$ calories, à quoi il faut ajouter pour la condensation dans la conduite 5 0/0, soit 0,275 et une dépense de $0,275 \times 665 = 185$ calories, ce qui donne un total de 3 850 calories.

B. Une machine compound avec surchauffe modérée à 240°, consomme 5,3 *kg* de vapeur par cheval indiqué et par heure, soit :

$$5,3 \times (665 + 0,48 \times 50) = 3\,650 \text{ calories.}$$

C. Une machine tandem à forte surchauffe à 350°, consomme 4,5 *kg* de vapeur par cheval indiqué et par heure, soit :

$$4.5 \times (665 + 0,48 \times 160) = 3\,340 \text{ calories.}$$

D. Enfin, une machine tandem à forte surchauffe, système W. Schmidt, consomme 4,1 *kg* de vapeur ou

$$4,1 \times (665 + 0,48 \times 160) = 3\,042 \text{ calories}$$

par cheval indiqué et par heure.

Si on établit la comparaison par rapport à la machine à vapeur saturée A, on trouve que la machine B avec surchauffe modérée économise 5 0/0, et les machines C et D avec forte surchauffe 13 à 21 0/0.

Comparées avec la machine B à surchauffe modérée, les machines C et D à forte surchauffe économisent 8.5 et 16.7 0/0.

6. — **Coût de la compression de l'air.** — Dans la discussion qui a eu lieu à la suite de communications faites à l'*Institution of Mechanical Engineers*, le 22 mars dernier, sur l'emploi de l'air comprimé pour la mise en action des outils, il a été donné lecture de renseignements intéressants émanant de M. W. I. Babcok, directeur des chantiers de construction navale de Chicago. Ces chantiers emploient notamment l'air comprimé pour le rivetage. Un relevé fait sur 93 000 rivets, a donné un prix de revient moyen de 6.5 centimes par rivet posé à la machine contre 16.6 par rivet posé à la main. Pour les navires du type construit généralement dans ces chantiers, l'économie correspondante est de 25 à 30 000 *f*.

L'air comprimé est produit à une pression de 100 livres, soit 7,1 *kg* par centimètre carré, par un compresseur à deux étages ; la pression de la vapeur est de 10,5 *kg* (150 livres), ce compresseur fait 78 tours par minute. Avec un travail indiqué de 420 *ch*, on obtient 9,3 *m* (1) d'air par minute.

Voici comment s'établit le prix moyen de cet air :

Combustible par 10 heures	58,80 *f*
Surveillance —	10,40
Chauffage —	13,60
Graissage —	2.30
Entretien et réparations	5,20
TOTAL	90,30 *f*

(1) Les chiffres du texte anglais correspondraient à 90,3 m^3 ; il y a évidemment une erreur dans la position de la virgule.

Ce qui donne environ 17 centime par mètre cube (1).
Le compresseur a coûté 90 000 *f* (*Engineering*, 30 mars 1900, page 404).

7. — **Augmentation du poids des locomotives depuis dix ans.** — De renseignements fournis par quelques-unes des principales fabriques de locomotives des Etats-Unis, il résulte que le poids moyen des machines fournies par elles en 1899 montre sur le poids moyen en 1891 une augmentation de 50 0/0. Cette augmentation s'explique par deux considérations. La première repose sur ce fait que, depuis la première date, la construction de locomotives pour petits chemins de fer et tramways a presque complètement disparu en présence du développement de la traction électrique sur les lignes de ce genre, ce qui a amené nécessairement un accroissement du poids moyen des locomotives.

L'autre considération est l'augmentation réelle qui s'est produite dans les poids des locomotives, tant pour voyageurs que pour marchandises. Ainsi, une maison qui a fait 300 locomotives l'année dernière donne, pour poids moyen de chaque machine avec son tender en ordre de marche, 118 500 *kg*.

L'ouvrage de Wellington, « Economic Theory of Railways Location », publié en 1887, donnait, page 410, un tableau des dimensions des quatre plus puissantes locomotives du monde. C'étaient deux locomotives Mastodon, une pour le Lehigh Valley R. R., pesant 70 200 *kg* avec son tender, l'autre pour le Southern Pacific pesant 84 200 *kg* également avec son tender, et deux Decapod, le célèbre *El Gobernador* (2), du Southern Pacific, du poids de 108 500 *kg*, et une machine de Baldwin avec un essieu bissel à l'avant pesant 101 500 *kg*. En parlant de *El Gobernador*, M. Wellington disait : « Cette locomotive développe l'énorme effort de traction de 14 500 *kg*, soit un peu plus que le quart du poids adhérent ». C'était en effet énorme pour l'époque, mais depuis on a construit des machines dont l'effort de traction dépasse 22 000 *kg*.

L'augmentation de poids qui s'est produite dans les locomotives est due à l'accroissement des charges et des vitesses des trains, tant de voyageurs que de marchandises, conséquence lui-même du développement que subit d'année en année le trafic des chemins de fer.

8. — **Véhicules à moteurs mixtes.** — La Société Fischer, de Chicago, qui construit des voitures électriques pour l'Amérique Centrale, vient de procéder à des essais de chariots du système Putton, lequel est basé sur le principe suivant.

Un moteur à essence actionne une dynamo qui charge une batterie d'accumulateurs, laquelle meut électriquement les roues d'arrière. La mise en marche se fait au moyen de la dynamo.

(1) Dans le bulletin de mars 1900 (2e quinzaine) M. Mekarski indique, page 345, le prix de 18 *f* pour la tonne d'air comprimé à 60 *kg*, soit 1.8 centime le kilogramme. Le chiffre de 17 centimes par mètre cube donné plus haut correspondrait à celui de 1.25 centime par kilogramme pour une pression, il est vrai, six fois moins forte.

(2) Voir la description de cette locomotive dans la Chronique de février 1884, page 243.

Les essais ont été faits dans les conditions suivantes :

Poids du chariot à vide	4 500 *kg*
Charge utile	5 000
Poids de la dynamo	300
Poids de la batterie	600

Le prix élevé est un inconvenient sérieux pour l'emploi de ces moteurs mixtes.

Il convient de signaler, dans le même ordre d'idées, la petite voiture des établissements Preper, de Liège, qui était exposée aux Tuileries, au mois de juin de l'année dernière (Communiqué par M. L. Périssé).

III[e] SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

9. — **Nouvelle garniture pour cubilots.** — M. Alexander Eadie, contremaître de la fonderie de MM. James Simpson et C[ie], a imaginé de faire la garniture des cubilots au moyen de briques creuses en fonte, placées comme les briques ordinaires et assemblées au moyen de clavettes en fer. Le vide intérieur a 62,5 *mm* sur 130 à 150 *mm* et l'épaisseur du métal est de 25 *mm*. On ne met pas de revêtement en terre d'aucune sorte à l'intérieur du cubilot, seulement on bourre d'argile l'intervalle entre la garniture en fonte creuse dont nous parlons et l'enveloppe en tôle du cubilot. Les espaces vides superposés forment des cheminées dans lesquelles circule un courant d'air d'autant plus énergique que ces espaces vides sont mis en communication avec le vent qui alimente le cubilot.

Une garniture de ce genre, mise en service au commencement de janvier 1899, et ayant servi pendant 14 mois sans avoir été touchée, était en parfait état et ne montrait aucun signe d'usure ni d'altération. On peut estimer qu'elle durera autant que l'enveloppe en tôle. Il y a là une économie importante de frais d'entretien (*Engineer*, 23 mars 1900, page 301, article illustré).

10. — **Fabrication des tubes d'acier à nervures sans soudure.** — Cette fabrication a pris une grande extension en Allemagne, notamment aux aciéries de Duisburg. On part d'un lingot creux qu'on aplatit par laminage, puis ce lingot, sortant au rouge du four, est passé au banc d'étirage, constitué par un chariot tracteur roulant sur le bâtis de la machine ; ce chariot tire le tube sur un mandrin fixe dont la tête est en forme de coin terminé par une partie cylindro-conique qui refoule graduellement le métal du tube ouvert dans les creux de la filière, de manière à donner à la section le profil correspondant, lequel peut être des plus variés : cercle, carré, rectangle et triangle à nervures extérieures. Dans certains cas, on remplace la filière par un laminoir avanceur.

On emploie pour cette fabrication de l'acier Martin ayant une résistance de 40 et 50 *kg* par millimètre carré avec un allongement de 20 à 30 0/0; les tubes obtenus ont jusqu'à 10 *m* de longueur et 0,10 *m* de diamètre. Ces tubes rigides et très légers, moins sujets à se casser que les colonnes formées de fers assemblées par rivets, sont susceptibles d'un grand nombre d'applications. On s'en sert notamment comme poteaux de tramways électriques (*Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, mars 1900, page 463, d'après l'*Engineering News*, article illustré).

11. — **Action de l'aluminium dans le fer.** — M. G. Melland a traité devant l'Iron and Steel Institute du Staffordshire, la question de l'action de l'aluminium sur le fer. On a fréquemment prôné l'addition d'aluminium comme un spécifique contre certains défauts présentés par la fonte et l'acier.

Il semble, en effet, que l'utilité dans ce cas de l'aluminium dépend entièrement de ses propriétés éminemment réductrices qui font disparaître l'oxyde de fer et l'oxyde de carbone du métal. On peut se demander si d'autres matières n'agiraient pas aussi efficacement.

Parmi les difficultés qu'on rencontre dans l'emploi de l'aluminium de cette manière, on peut signaler les inconvénients dus à la séparation imparfaite de l'alumine qui rend le fer rouverain. L'effet de très petites proportions d'aluminium est semblable à celui du silicium et, si on étudie l'action de l'aluminium sur la fonte, on trouve une analogie remarquable.

Une particularité intéressante est que la fonte contenant de l'aluminium ne se trempe pas en coquille. On invoque en faveur de l'introduction de ce métal la production d'un grain plus régulier et plus serré et d'un accroissement de résistance et d'élasticité. Il semble que la présence de l'aluminium abaisse la température critique pour la séparation du carbone, de sorte que celui-ci se sépare une fois le métal solidifié au lieu de se séparer pendant que le métal est encore à l'état pâteux. Les conséquences en sont doubles; d'abord il n'y a pas concentration du carbure au centre de la masse et, ensuite, le graphite se trouve dans un état très grand de division.

Le métal ressemble, en effet, à celui qu'on obtient en chauffant quelque temps de la fonte blanche à une température très peu inférieure à celle de son point de fusion. L'emploi de l'aluminium dans la fonderie, en dehors des propriétés adoucissantes de ce métal, est très à recommander pour la coulée de petits objets dans des moules métalliques, parce qu'il empêche la fonte de devenir cassante (*The Colliery Guardian*, 30 mars 1900, page 593).

12. — **Grues hydrauliques pour la manutention des charbons.** — On a récemment installé aux Bute Docks, à Cardiff, des grues hydrauliques qui présentent quelques particularités nouvelles. Ces appareils proviennent de la maison Tannett, Walker et C^ie^, de Leeds.

Il y a d'abord une grue de 70 *t*, à volée variable du type dit *derrick*. Il y a trois cylindres hydrauliques qu'on peut employer tous à la fois,

ou bien deux ou un seulement suivant l'effort à exercer. La pression de l'eau est de 56 *kg* par centimètre carré.

La portée varie, suivant l'inclinaison de la volée, de 9 à 15 *m*; la variation de l'inclinaison se fait par un cylindre hydraulique. L'extrémité de la volée est à 26 *m* au-dessus du sol et la levée du crochet est au maximum de 16,50 *m*. Le cercle de roulement pour la rotation de la grue à 7,6 *m* de diamètre.

Un autre type de 6 *t* est mobile et porté sur une arcade pour que les wagons puissent passer dessous. La portée est variable par mouvement hydraulique entre 7,50 et 15 *m*. L'extrémité de la volée est à 20 *m* au-dessus du sol et la levée maxima du crochet est de 18 *m*. Ce modèle est également à trois puissances. *(Iron and Coal Trades Review*, 30 mars 1900, page 598, article illustré.)

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

13. — **La Viscose.** — On sait que les alcalis étendus sont sans action sensible sur la cellulose, puisque c'est sur cette propriété que repose le blanchiment des fibres végétales. Au contraire, les alcalis concentrés agissent avec une grande énergie; il se forme un composé défini de cellulose et d'alcali.

L'alcali-cellulose a servi de base aux curieuses recherches de MM. Cross, Revan et Beadle, lesquelles ont abouti à des applications industrielles très intéressantes.

Si on soumet à l'action du sulfure de carbone, à la température ordinaire, l'alcali-cellulose, les deux corps se combinent, l'alcali-cellulose se gonfle d'abord, puis se convertit graduellement en une masse gélatineuse qui donne une solution homogène dans l'eau. Cette solution, qui est d'une viscosité extraordinaire, a reçu le nom de *viscose*.

Cette matière peut servir d'agent d'agglomération pour faire des objets de toute nature, culots de lampes à incandescence, poignées et manches, dont le prix est extrêmement bas. Employée dans la pâte à papier, elle donne des papiers excellents avec des pâtes de qualité inférieure. On peut s'en servir pour la peinture.

La viscose peut recevoir des applications très importantes pour la fabrication de fils analogues à la soie artificielle et pour la production des pellicules destinées à la fabrication des fleurs et des feuillages artificiels, etc. *(Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, mars 1900, page 321.)

14. — **Imperméabilisation du papier.** — Voici divers procédés qu'on peut employer pour rendre le papier imperméable.

Une méthode, due à Blackburn, est basée sur l'emploi d'un mélange de gélatine, de savon, de farine, de sel et d'eau. Voici comment on opère :

On chauffe à l'ébullition 9 *l* d'eau douce, on y ajoute 300 *g* de gélatine et, après dissolution, 200 *g* d'axonge, 400 *g* de farine et 100 *g* de sel, on fait bouillir en agitant jusqu'à ce que le mélange soit homogène. On l'applique à l'état tiède sur les deux faces du papier et l'imperméabilisation est encore meilleure si on trempe ensuite le papier dans une solution d'alun.

Un second procédé est basé sur l'emploi des acides oléique et marganique rendus solubles par l'addition d'une base et précipités sur la fibre de papier à l'état de sels métalliques. Ce procédé a l'avantage d'agir sur l'intérieur même du papier et pas seulement sur la surface.

Le procédé Carmichael repose sur l'emploi d'une nouvelle méthode pour imbiber le papier d'huile.

On chauffe à la vapeur de l'huile de lin jusqu'à consistance sirupeuse, on laisse refroidir, on chauffe de nouveau à 140° et on fait passer les feuilles de papier dans ce bain, puis à la sortie entre des rouleaux qui font sortir l'excès d'huile. Les feuilles passent ensuite entre des cylindres chauffés à 100°; l'huile s'oxyde et forme vernis. Le papier imperméabilisé par cette méthode, résiste à l'action de l'eau chaude, de l'eau froide et aux effets atmosphériques.

Un autre procédé, applicable plus particulièrement au carton, est basé sur l'emploi d'un mélange de colophane, de paraffine et de verre soluble; on chauffe dans une chaudière 50 parties de colophane, 45 de résine et 5 de silicate alcalin; dans le mélange maintenu liquide par la chaleur, on fait passer le papier ou le carton, puis on le soumet à l'action de cylindres qui sèchent et lissent la surface. On peut, suivant les usages prévus pour le papier, varier les proportions de colophane et de paraffine par rapport à celle du verre soluble.

Il y a encore bien d'autres procédés, par exemple, celui de Dorlan, basé sur la formation d'un résinate de chaux formé par la précipitation d'un savon de résine au moyen d'une solution calcaire, mais les précédents paraissent les plus pratiques. (*Industria*, 4 mars 1900, page 139.)

15. — **Éclairage à l'acétylène de la ville d'Ouveillan.** — La ville d'Ouveillan, dans le département de l'Aude, est éclairée depuis le mois de mai 1898 par l'acétylène. Cette ville compte 2 600 habitants; elle est située à 12 *km* de Narbonne. C'est la Compagnie des Carbures métalliques qui se charge de l'éclairage, lequel est employé pour les rues, les établissements municipaux, les magasins et un grand nombre d'habitations particulières.

L'usine productrice de l'acétylène contient deux générateurs à projection de carbure dans l'eau et deux gazomètres de 20 m^3 chacun, reliés à la canalisation principale par une conduite munie d'un siphon. Au sortir des gazomètres, l'acétylène se rend à un compteur et, de là, passe à un régulateur de pression qui permet de faire varier la pression de la ville suivant les heures. La canalisation a environ 4 *km* de longueur, elle est constituée en tuyaux de fonte et de plomb. La pression maximum est de 80 *mm* d'eau. Les abonnés ont des compteurs analogues aux compteurs à gaz.

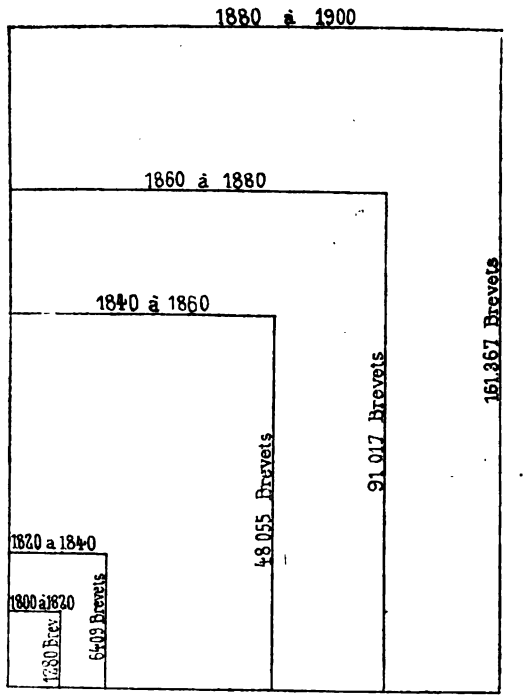
Le gaz est vendu aux établissements municipaux à raison de 2.50 *f* le

m^3 et aux particuliers à raison de 3 *f*; l'éclairage public se paie 0,04 *f* le bec-heure. Les becs employés sont des becs à flamme conjuguée et à mélange d'air.

L'éclairage public compte 70 becs et les abonnés sont au nombre de 75 ; parmi ces consommateurs, plusieurs brûlent plus d'un mètre cube par jour. (*Revue générale de Chimie pure et appliquée*, 20 mars 1900; page 203.)

16. — **Les brevets d'invention français pendant le XIX^e^ siècle.** — Il n'est certainement pas douteux que le nombre des brevets d'invention délivrés pendant les différentes parties du siècle qui va se terminer, ne puisse, à juste titre, être considéré comme étant proportionnel au degré de prospérité industrielle du pays auquel se rapporte la statistique.

A ce titre, il est intéressant, pour les Français surtout, de rendre se rendre compte de visu de la progression constante qui s'est produite



dans le nombre des brevets accordés dans notre pays pendant les cent dernières années.

Nous avons établi cette progression sous une forme très fréquemment adoptée pour d'autres statistiques, et qui a l'avantage de pouvoir être comprise sans effort, c'est-à-dire que nous avons représenté les brevets délivrés pendant les diverses périodes de vingt ans par des surfaces proportionnelles aux nombres.

Un simple examen de la figure permet de se rendre compte de l'accroissement considérable qui s'est constamment produit dans le nombre des brevets délivrés, surtout depuis la promulgation de la loi du 5 juillet 1844 qui régit encore la propriété industrielle en France.

(Communiqué par MM. Marillier et Robelet.)

17. — **Mesures contre la contagion sur les chemins de fer allemands** — Une circulaire ministérielle vient d'édicter les prescriptions suivantes sur le transport des contagieux dans les wagons des chemins de fer allemands.

A partir du 1er janvier 1900, les personnes atteintes d'une des maladies suivantes : variole, typhus pétéchial, diphtérie, scarlatine, choléra, lèpre, devront se faire transporter. aux conditions du tarif, dans une voiture spéciale.

Les sujets atteints de rougeole, de coqueluche ou de dysenterie devront se faire transporter, aux conditions du tarif, dans un compartiment spécial avec water-closet réservé.

S'il s'agit de personnes simplement suspectes au point de vue de l'une des maladies ci-dessus mentionnées, leur transport dépendra des termes du certificat médical dont elles doivent préalablement se munir.

Enfin, les malades qui, à cause d'une affection visible ou pour d'autres raisons, sont susceptibles d'importuner les autres voyageurs, ne pourront être transportés que s'ils paient le prix afférent à un compartiment spécial et si un compartiment de ce genre peut être mis à leur disposition dans la gare de départ.

(*Revue d'hygiène et de police sanitaire*, 20 mars 1900, page 288.)

18. — **Fabrication des cannes et poignées.** — Au sujet de l'article paru sous ce titre dans les *Informations techniques* de mars, première quinzaine, page 170. M. H. Delastre, Ingénieur des Arts et Manufactures, au Mans, nous a écrit pour nous signaler quelques erreurs contenues dans cet article.

Bien que n'ayant aucune responsabilité au sujet de la note en question qui n'est que le résumé d'une communication faite par M. Bœringer à la Société industrielle de Mulhouse, nous croyons devoir faire bon accueil aux rectifications de M. Delastre, qui portent sur des faits intéressants.

La note disait que ce n'est qu'en Bohême qu'on rencontrait la fabrication mécanique des cannes et poignées que M. Kauffman a introduite dans la Haute Alsace.

Il y a là une erreur, car M. Delastre connaît deux usines déjà anciennes, situées à Vibraye, dans la Sarthe, occupant ensemble 180 ouvriers, qui fabriquent mécaniquement ces objets depuis 1866, soit trente-quatre ans.

A l'origine, ces usines n'avaient pas, bien entendu, l'importance qu'elles ont acquises depuis, car elles disposent actuellement chacune de 50 *ch* environ.

1° Pour débiter les bois à la scie circulaire ou à ruban;

2° Pour tailler les planches en parallélipipèdes droits, capables de la canne à obtenir;

3° Pour découper le profil de la poignée dans la planche même;
4° Pour façonner la canne circulaire par des tours appropriés;
5° Pour travailler les pièces à l'émeri, etc.

Ces opérations se terminent entre les mains des femmes pour la teinture, le plombage, tout ce qui donne le fini et procède de la fantaisie.

L'organisation de ces usines est d'ailleurs intéressante. Les moteurs sont du genre Westinghouse, l'éclairage se fait par l'électricité, etc.

Vᵉ SECTION

Électricité.

19. — **Stations centrales d'électricité actionnées par des moteurs à gaz.** — Dans une communication à la Société électro-technique de Hanovre, le professeur Krone établit une comparaison entre le coût du travail produit par la vapeur et par le gaz. Il calcule la dépense du moteur à vapeur, soit avec, soit sans condensation, en y comprenant l'intérêt, l'amortissement et le service. Il ajoute le prix de l'installation d'un matériel d'électricité pour 100 *ch.* D'après lui, le coût d'un cheval-heure électrique au réseau de distribution est de 0,13 *f* avec une machine sans condensation et de 0,12 *f* avec une machine à condensation.

Si on emploie un moteur à gaz, le coût ressort à 0,10 *f* pour la même unité dans les mêmes conditions, l'économie serait donc de 16 0/0 par rapport au moteur à vapeur le plus avantageux.

L'auteur décrit une petite station installée à Clausthal; elle comporte deux gazogènes de 100 *ch* chacun et deux moteurs de 70 *ch* chacun, tournant à 140 tours par minute; cette vitesse peut être accrue de 15 0/0, lorsqu'on veut charger la batterie d'accumulateurs. Le réglage du moteur se fait par la variation de la quantité du mélange détonnant introduit, la composition du mélange étant la même.

La suppression de la moitié de la charge sur le moteur n'augmente pas la vitesse de plus de 3 0/0. Les moteurs sont accouplés directement à deux dynamos à courant continu de 46 kilowats chacun. Pendant l'année qui s'est terminée avec le mois de mars 1899, on a produit en moyenne 707 watts-heure par kilogramme de combustible, anthracite et coke mélangés, ce qui correspond à 1,05 *kg* de combustible par cheval électrique-heure développé dans le circuit (*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*).

20. — **Recuit des plaques de blindage par l'électricité.** — Une communication de M. Dougherty à l'Engineers Club de Philadelphie, décrit une méthode électrique employée dans la construction des navires de guerre aux chantiers de la Société Cramp. Cette méthode paraît être à peu près la même que celle qui a été proposée en 1895 par Lemp et qui consiste à faire passer un fort courant dans le métal à l'endroit où on veut le forer et à diminuer peu à peu l'intensité de ce

courant pendant 10 à 12 minutes; il se produit un recuit partiel à cet endroit.

Cette méthode est appliquée industriellement avec succès. Le courant secondaire produit par un transformateur est de 10 000 ampères avec une tension de 2,5 à 2,8 volts seulement. Les surfaces en contact n'ont pas plus de 3 cm^2, ce qui donne 3 300 ampères par centimètre carré. Le poids du transformateur qui est de 450 *kg* environ suffit pour assurer le contact. Le moteur et le générateur électrique sont transportables avec la construction qui les abrite; on les promène dans les chantiers. On trouve ce système préférable à l'emploi de conducteurs gênants et embarrassants.

On a employé ce procédé pour les blindages de l'*Alabama*. Les plaques harveyisées paraissent aujourd'hui inférieures aux plaques Krupp durcies sur une épaisseur de 50 *mm* au lieu de 20 au plus, comme on faisait précédemment, mais la méthode électrique paraît donner d'aussi bons résultats. (*Electrical World and Engineer*, 24 mars 1900, page 447.)

22. — **Fabrication du nickel au four électrique.** — Dans un mémoire lu à la *North-Western Electric Association*, M. Horry parle de la préparation du nickel au four électrique.

Il y a relativement assez peu d'espoir de pouvoir perfectionner les fours à régénérateurs de manière à obtenir même approximativement le degré de chaleur du four électrique. Mais même si les fours à gaz et à huile pouvaient arriver à donner la même chaleur que le four électrique, les matériaux entrant dans la construction de ces fours ne pourraient supporter cette chaleur sans être fondus ou volatilisés.

Cette difficulté n'existe pas en ce qui concerne la chaleur développée par le courant électrique qui est essentiellement locale. Par exemple, dans la fabrication du carbure de calcium, on a des masses en fusion pesant 1 *t* et au delà à des températures de 3 000° à proximité de surfaces de fonte qui fondraient si elles atteignaient la température de 1 200°.

Un autre avantage du four électrique, c'est que ces hautes températures sont faciles à surveiller par une simple lecture au watt-mètre. Or la question du réglage de la température est de grande importance, attendu que chaque réaction a un degré de température qui lui est le plus favorable. Or, dans les fours ordinaires, la chaleur n'est appréciée que par la couleur, en général par la teinte du rouge; en tout cas, elle est simplement estimée et rarement mesurée. Avec la chaleur du four électrique, aisée à régler, on peut répéter à tout moment avec précision des opérations antérieures.

Le minerai traité renferme 3 0/0 de nickel et 42 0/0 de soufre, puis du fer et de la silice. Par les procédés antérieurs, on grillait le minerai le mieux possible, mais on arrivait bien difficilement à éliminer les derniers 7 0/0 de soufre, à moins d'une dépense exagérée de temps et de combustible.

Ce minerai grillé, renfermant encore 7 0/0 de soufre, est mélangé à de la chaux et du charbon et soumis à la chaleur du four électrique. On obtient directement le nickel à l'état de pureté.

Par le même procédé, on arrive à séparer complètement le nickel d'avec le cuivre et le fer. Les fours sont en fonte, etc., et ont environ 3 *m* de longueur.

Les électrodes en carbone ont un peu plus d'un demi-mètre de long. Au fur et à mesure de la réduction, le nickel métallique produit une diminution dans la résistance. Le courant employé est de 1 500 ampères avec un voltage de 100.

Le nickel obtenu ne renferme pas au delà de 0,02 0/0 de cuivre. Ce procédé aurait déjà été appliqué avec avantage à Sault Sainte Marie. (*L'Electrochimie*, mars 1900, page 32.)

23. — **Distributeur automatique de communications téléphoniques.** — Cet appareil permet, par l'introduction d'une pièce de monnaie dans une ouverture spéciale, d'établir la communication téléphonique avec le bureau central ; si la communication demandée ne peut être donnée, l'appareil restitue la pièce de monnaie.

La Compagnie des Téléphones automatiques de Copenhague a commencé en 1898 l'installation des distributeurs inventés par Ericsson, de Stockholm, et Sophus Ritter ; plus de 465 appareils sont actuellement en service et les résultats obtenus sont, paraît-il, si satisfaisants, que leur nombre va être augmenté progressivement (*Electricien* du 7 avril 1900). G. B.

24. — **Un nouveau chemin de fer électrique.** — Une Société d'études au capital de 200 000 *f* vient de se former dans le but d'établir le projet d'un chemin de fer à voie et à gabarit normaux qui traverserait Paris du nord au sud et raccorderait l'une de ses extrémités à la gare et aux voies mêmes du chemin de fer du Nord, tandis que l'autre se souderait au chemin de fer d'Orléans à la gare de la place Denfert. Le tracé de la ligne serait approximativement le suivant : rue Lafayette, Opéra, rues de la Paix et Castiglione, Tuileries, rue Solférino, boulevards Saint-Germain et Denfert, Bon Marché, Gare Montparnasse, place Denfert. La ligne serait entièrement souterraine..

Ce chemin de fer d'intérêt général combinerait son exploitation avec celle de la Ceinture et les lignes de banlieue du Nord et de l'Orléans. Le raccordement au cœur de Paris de ces deux réseaux pourrait être facilement suivi plus tard de celui des réseaux de l'Est, de l'Ouest et de l'État, qui ont tous les trois leur point terminus très voisin du tracé que nous venons d'indiquer.

La demande de concession est, paraît-il, déposée au Ministère (*Électricien* du 31 mars 1900). G. B.

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :

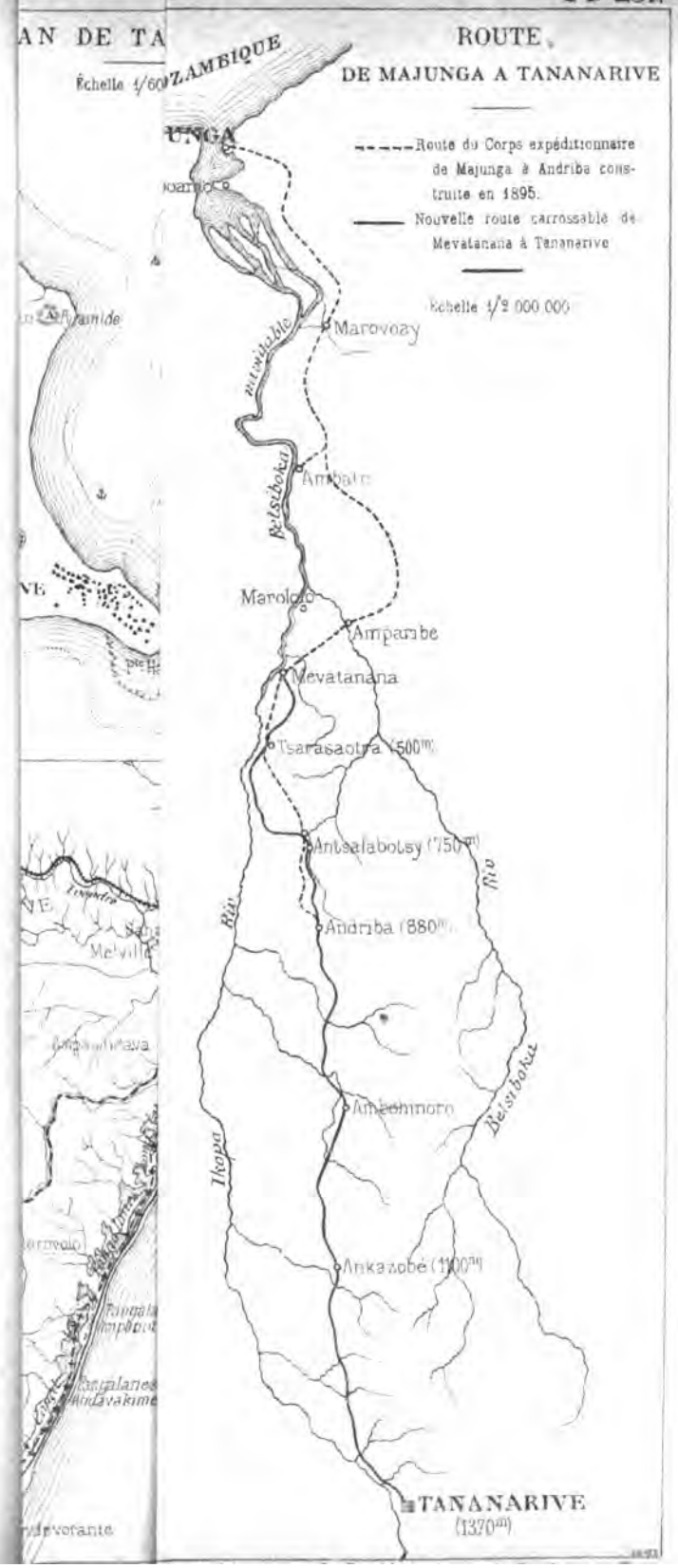
A. MALLET.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,

A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 8288-4-00. — (Encre Lorilleux).

ROUTE DE MAJUNGA A TANANARIVE



MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

MAI 1900

(Deuxième Quinzaine.)

N° 10.

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 20 AVRIL 1900

PRÉSIDENCE DE M. G. CANET, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'au dernier procès-verbal il n'a pas été signalé que les plans remis pendant la séance pour suivre la communication de M. Max de Nansouty sur l'Exposition, avaient été offerts par notre Collègue, M. L. Courtier.

M. le Président est d'autant plus heureux de réparer cette omission, qu'il peut annoncer à la Société, que, sur sa demande, notre Collègue nous fait un nouveau don de 4200 de ces plans qui seront annexés au Bulletin de mai (1er fascicule) dans lequel doit paraître la communication de M. Max de Nansouty sur l'Exposition de 1900.

D'autre part, M. F. Brard nous informe que dans le même procès-verbal, page 87, ligne 5 à partir du bas, il y a lieu de rectifier ainsi ce qu'il a dit :

« Quant aux matières organiques l'eau d'Ivry en contient parfois jusqu'à 5,1 *mg* et jamais moins de 1,6 *mg*. »

Après ces rectifications le procès-verbal est adopté.

Au sujet du Bulletin d'avril, premier fascicule, qui vient de paraître, notre Collègue, M. A. Lecomte, nous adresse la lettre suivante :

« Paris, le 18 avril 1900.

» MONSIEUR ET CHER PRÉSIDENT,

» Dans le très intéressant mémoire de MM. de Perrodil et de Morsier, nos Collègues ont laissé passer une erreur typographique qui enlève toute clarté au tableau de la page 406.

» A la ligne 5 il y a :

» $1m^3$ de gaz absorbe 0 0 0 ;

» Ce qui est incompréhensible ; nos Collègues ont certainement voulu mettre :

» $1\ m^3$ de gaz absorbe à 0°, 10°, 20° ;

» ce qui explique le tableau placé au-dessous et permet de lire avec fruit leur communication.

» J'ai l'honneur, mon cher Président, etc.

» *Signé :* A. LECOMTE. »

M. LE PRÉSIDENT dit que depuis quelques semaines, la Société est durement éprouvée. Nous déplorions, récemment, la perte d'un de nos anciens Présidents, M. S. Jordan; aujourd'hui, nous avons la douleur d'enregistrer le décès d'un autre de nos anciens Présidents, M. E. Polonceau.

Ancien élève externe de l'École des mines de Paris, M. Polonceau voulut, dès 1854, débuter par être ouvrier monteur, puis machiniste à la Compagnie d'Orléans, dont son parent M. Camille Polonceau, l'un des fondateurs de notre Société, était alors Ingénieur en chef.

M. Polonceau devint rapidement Inspecteur, puis sous-chef de la traction de la deuxième section de cette Compagnie.

En mai 1870, la Société Impériale des chemins de fer de la Turquie d'Europe lui confiait le poste d'Inspecteur en chef.

Bientôt il quittait cette Compagnie pour devenir Ingénieur en chef, puis Directeur du matériel et de la traction à la Société autrichienne impériale et royale des chemins de fer de l'État.

Il occupa ce poste jusqu'en 1886, époque à laquelle la Compagnie d'Orléans le choisit comme Ingénieur en chef du matériel et de la traction.

Entré dans notre Société en 1873, M. E. Polonceau fut membre du Comité en 1887, Vice-Président de 1888 à 1890 et Président en 1891.

Il avait été nommé membre de la Commission centrale des machines à vapeur et Vice-Président de la Section A de la Commission internationale des méthodes d'essai des matériaux.

Il était officier de la Légion d'honneur et décoré de nombreux ordres étrangers.

Conformément à ses dernières volontés, ses obsèques ont eu lieu le vendredi 13 avril, à Viry-Chatillon dans la plus stricte intimité de famille. Un service sera célébré le lundi 23 avril à dix heures très-précises en l'église Sainte-Clotilde.

Notre Société ressent vivement la perte de M. Polonceau et s'associe au deuil de la famille de notre regretté ancien Président;

La Société a encore perdu un autre de ses membres :

M. Ch.-H. Delanoe, ancien élève de l'École centrale (1864), membre de la Société depuis 1883; a été directeur de filatures et tissages et Ingénieur expert;

Enfin, M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer que M. Mesureur vient d'avoir la douleur de perdre l'un de ses fils, âgé de 26 ans.

M. le Président propose d'adresser à notre sympathique Vice-Président l'expression des sentiments de condoléances de la Société tout entière. *(Approbations unanimes.)*

M. LE PRÉSIDENT est heureux de faire connaître à la Société, qu'à l'occasion de l'ouverture de l'Exposition universelle, les distinctions suivantes ont été accordées à plusieurs de nos Collègues, dans l'ordre de la Légion d'honneur :

M. A. Picard, membre honoraire de la Société, a été nommé Grand-Croix;

M. L. Delaunay-Belleville a été nommé Grand-Officier;

MM. Daydé et Moisant ont été nommés Commandeurs ;

M. G. Raulin a été nommé Officier ;

MM. Denis de Lagarde, Duplaix, Marsaux et J. Roussel ont été nommés Chevaliers.

Il adresse au nom de la Société de vives félicitations à nos Collègues. *(Applaudissements.)*

Parmi les ouvrages reçus depuis la dernière séance, M. LE PRÉSIDENT signale une note extraite du bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale et relative à *l'Unification des filetages sur tubes*. La Société d'Encouragement a bien voulu nous faire remettre un certain nombre de tirages à part de cette note, pour les distribuer à ceux de nos Collègues que cette question intéresse et qui en feront la demande ;

Notre Collègue, M. Cacheux, nous a fait parvenir une brochure publiée par la Commission d'organisation du Congrès international de sauvetage (5e section) et relative aux *Secours aux blessés dans les chantiers et établissements industriels ;*

Notre Collègue, M. Dibos, nous a remis un manuscrit, avec plans, intitulé : *Navigation aérienne au long cours. — Description d'un aérostat au 1/10e pour essais, suivant la méthode Dex-Dibos*. Ce manuscrit a été déposé à la bibliothèque de la Société.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'il a reçu plusieurs avis concernant divers congrès et concours qui doivent avoir lieu à Paris pendant l'Exposition :

1° Congrès de Chimie appliquée qui aura lieu du 23 au 28 juillet ;

2° Congrès d'Histoire des sciences (5e section du Congrès international d'Histoire comparée), qui aura lieu du 23 au 28 juillet ;

3° Concours internationaux d'exercices physiques et de sports (section X : aérostation et colombophilie) ;

Ces divers documents sont déposés au Secrétariat.

M. LE PRÉSIDENT dit que notre regretté Collègue, M. E. Vlasto, dont le décès a été annoncé à la dernière séance, a fait à la Société un legs de 5 000 *f* ; il a adressé à la famille de notre Collègue les remerciments de la Société pour cette généreuse pensée. Le Comité s'occupe des démarches à faire auprès des pouvoirs publics pour obtenir la délivrance de ce legs.

L'ordre du jour appelle la communication de M. N. de Tédesco sur *Quelques solutions constructives nouvelles (le grand globe céleste de l'Exposition)*.

M. N. DE TÉDESCO exprime tout d'abord ses regrets de n'avoir à présenter que des dessins, au lieu des projections qui avaient été annoncées. Il pense qu'il sera excusé, en raison de l'époque de surmenage actuelle.

Avant de décrire le grand globe céleste, il en expose le but, qui est une représentation scientifique du firmament, au moyen d'une voûte sphérique de 30 *m* de diamètre. Cette œuvre a été conçue et construite par M. Galeron, architecte diplômé du gouvernement.

La voûte est constituée par une carcasse métallique en fers à simple

té recouverte de papier bleu; les étoiles y sont représentées par des verres taillés qu'éclairent des lampes à incandescence. Cet ensemble est suspendu en des points multiples aux fermes qui supportent la voûte extérieure, dont le diamètre est de 41 *m*.

Les spectateurs peuvent accéder à un observatoire sphérique de 8 *m* de diamètre, ayant un mouvement de rotation sur lui-même, à raison d'un tour en trois minutes. Cette petite sphère représente la Terre. Elle est divisée en plusieurs étages, de manière à permettre d'observer le mouvement apparent des étoiles à toutes les latitudes. La Terre a été construite en charpente métallique par nos Collègues, MM. Charpentier et Brousse. La partie mécanique et électrique du mouvement de la terre est due à M. Vuilliet. Le mouvement est donné par un arbre vertical sur crapaudine entraîné à l'aide d'une vis sans fin absorbant 50 ampères sous 110 volts. Pour s'opposer au dévers pouvant provenir d'une répartition dissymétrique du public, la sphère est munie à sa base de galets de guidage roulant sur un monorail circulaire.

Cet ensemble mécanique est établi sur un pylône en bois de 12 *m* de hauteur présentant la forme d'une pyramide octogonale.

Le globe extérieur est un comble sphérique destiné à abriter et porter le globe intérieur; il a 34 *m* de hauteur au-dessus du plancher du deuxième étage du socle; ce dernier s'élève à 18 *m* au-dessus du sol. Par les jours de ce socle apparaît une calotte sphérique de 4.25 *m* de hauteur et de 25 *m* de corde, qui produit l'illusion que la sphère se continue dans le socle lui-même et est complète.

Ce comble, aux dimensions inusitées, est constitué par seize fermes en bois, dont l'extrados est une circonférence de 41 *m* de diamètre et l'intrados un polygone circonscrit à la sphère de 30 *m* de diamètre.

Les fermes de ce comble aux dimensions inusitées, sont étudiées avec le plus grand soin; un mémoire justificatif en a été remis par un de nos jeunes Collègues, M. Maurel; la charpente a été projetée et exécutée par MM. Colas et C^ie^.

Le type des ascenseurs électriques est nouveau; il a été imaginé et construit par M. Vuilliet constructeur; sa principale originalité est un frein automatique placé sur la cage et agissant sous l'effet de la force centrifuge sur les quatre câbles directeurs du mouvement.

Toutes les parties porteuses de cette construction de 1 600 m^2 sont en fer béton, qui est une variante du ciment armé. La caractéristique de ce procédé est l'emploi de câbles en acier, en forme de chainettes, disposées de manière à travailler uniquement à l'extension; le béton d'enrobement joue le rôle de remplissage et s'oppose, en outre, au rapprochement des poutrelles tirées par les câbles. Ce système, connu aussi sous le nom de système Matrai, est l'inverse de celui d'une voûte surbaissée; la poussée se calcule exactement de la même façon; elle est simplement de signe contraire. Les divers éléments de cette construction sont: 1° le grillage qui forme plancher entre les poutres et qui s'attache en chainettes sous ces dernières, mais obliquement en diagonales, de manière à soulager ces poutres en les chargeant à leurs extrémités; 2° les poutres, qui sont des poutrelles du commerce ou des poutres à treillis, soulagées encore par des câbles latéraux; 3° les piliers en béton.

avec chainettes intérieures à corde verticale pour s'opposer au flambage.

La construction des escaliers dans ce système est spéciale ; ils sont suspendus par des câbles en chainettes noyés dans les garde-corps et prenant leurs attaches sur les piliers.

M. de Tédesco signale encore la calotte sphérique de 20,5 *m* de rayon qui se trouve suspendue à un des trois planchers superposés en fer béton. Cette calotte est en plâtre, armée de câbles de deux fils de 5 *mm* épousant la surface sphérique. C'est une sorte de toile d'araignée solidifiée par une couche calcaire très mince.

Tous les garde-corps sont en métal déployé apparent et les revêtements en lattis de métal déployé enduit de plâtre. M. de Tédesco rappelle à ce sujet l'importante consommation que l'Exposition a faite de ce métal, qui a atteint 600 000 m^2 ; il termine par quelques détails relatifs à un orgue installé dans cette construction et pouvant marcher mécaniquement.

M. le Président remercie M. de Tédesco des renseignements détaillés qu'il a donnés sur la construction du grand globe céleste et lui demande si l'on doit faire des essais relatifs à la solidité.

M. de Tédesco répond que l'on fera des essais au moyen de sable. En attendant les essais officiels, on en a déjà réalisé plusieurs qui ont donné des résultats satisfaisants.

M. le Président donne la parole à M. P. Vincey pour sa communication sur un *Projet de régime nouveau pour les ordures ménagères de Paris.*

M. P. Vincey fait voir combien est complexe la question du régime des ordures ménagères ; il rappelle le système de l'incinération qui a été proposé comme amélioration au régime actuel et il en montre les inconvénients.

Il expose ensuite le projet de régime qu'il a étudié et qui a pour caractéristiques principales : la collecte de nuit des ordures, leur évacuation, également de nuit par les voies de tramways de pénétration, qu'on est en train d'établir, jusqu'à des dépôts situés à 8 *km* en moyenne des murs de Paris ; dans ces dépôts se feraient le triage et le chiffonnage et l'agriculture viendrait y reprendre les matières fertilisantes dont elle a besoin, soit directement avec des voitures, soit au moyen de wagons, dans certains dépôts qui seraient établis près de la Grande Ceinture.

M. le Président est heureux de remercier notre Collègue, M. Vincey de sa communication. Mais il n'est pas possible, vu l'heure avancée, d'ouvrir aujourd'hui, une discussion sur un sujet aussi important au point de vue hygiénique et agricole ; cette discussion sera reportée à une date ultérieure pour permettre à plusieurs de nos Collègues d'apporter des observations.

M. le Président pense que le matériel dont a parlé M. Vincey, comme devant servir à amener les ordures ménagères sur les voies des tramways de pénétration, serait facile à réaliser, au point de vue mécanique ; mais il y a d'autres questions dont il y aura lieu de parler, lorsque le sujet viendra en discussion.

L'ordre du jour appelle la discussion des communications de MM. Puech sur *les Filtres dégrossisseurs* et Bergé sur la *Stérilisation des eaux alimentaires*.

M. M. Otto a adressé un télégramme où il regrette de ne pouvoir assister à la séance.

M. E. Pettit rappelle qu'il y a quelques années il a eu le plaisir de montrer les installations que faisait la Compagnie des Eaux à Boulogne-sur-Seine; depuis cette époque, le procédé Anderson n'a pas cessé de fonctionner. M. Pettit invite les Membres de la Société à visiter l'usine de Choisy-le-Roi où 60 000 m^3 d'eau sont épurés par jour. La visite pourrait se faire au mois de mai ou de juin.

M. le Président prie notre Collègue, M. Pettit, de transmettre les remercîments de la Société à la Compagnie des Eaux pour l'invitation qui vient d'être faite; il serait bon de faire coïncider cette visite avec celles de l'Exposition.

M. F. Brard dit que cette visite fournira des renseignements complets sur les filtres à sable et des chiffres sur l'eau brute, l'eau épurée et les microbes.

M. E. Badois croit qu'une visite faite à Choisy-le-Roi, où l'on verra les installations et les essais exécutés dans ces dernières années, sera la meilleure manière d'élargir la discussion, tandis qu'en ce moment nous serions en présence d'un nombre restreint de procédés de filtrage et d'épuration. Il sera intéressant de connaître les résultats obtenus à ces deux points de vue par la Compagnie Générale des Eaux.

M. Pettit dit, qu'en effet, les essais poursuivis actuellement à Nice seront prochainement terminés et pourront donner des éléments d'appréciation.

M. A. Bergé se rallie à la remise de la discussion qu'il désire la plus complète possible.

M. P. Mallet pense qu'il serait intéressant, lors de la visite à Ivry, de voir les expériences faites par la Ville de Paris.

M. Pettit croit que M. Bechmann, Ingénieur en chef du Service des Eaux, accorderait volontiers l'autorisation d'examiner ces expériences.

M. G. Richou avait l'intention de prendre la parole sur la question de filtration de l'eau en masse; mais il croit que cette question viendra plus à propos lorsque seront connus les résultats des essais de la Compagnie des Eaux.

M. J. Fleury demande quel est exactement le sens qu'on attribue dans la discussion actuelle à l'expression « eau épurée ».

M. F. Brard répond que c'est une eau à laquelle on a enlevé la plus grande quantité de microbes possible, et qui, au point de vue des matières organiques, en contient moins de 2 *mg*; au-dessus de 2 *mg*, l'eau est suspecte; avec 1 *mg*, l'eau est excellente.

M. J. Fleury a entendu M. Brard citer des analyses d'eau données par l'Observatoire de Montsouris; ces analyses s'appliquent-elles à des

eaux épurées à Choisy-le-Roi? Si oui, il y aurait donc dans ces eaux une quantité de matière organique supérieure à la limite établie par le Comité consultatif d'hygiène.

M. F. Brard répond affirmativement. La quantité de matières organiques, dans la Seine, est beaucoup plus considérable que dans la Marne; aussi les filtres à sable de Saint-Maur paraissent donner de meilleurs résultats que les filtres à sable appliqués aux eaux de la Seine. Les renseignements dus à l'Observatoire de Montsouris donnent, pour 1898. la quantité en matière organique, après l'épuration, à Choisy-le-Roi; mais il y a eu des améliorations depuis.

M. J. Fleury insiste pour savoir si l'eau épurée à Choisy-le-Roi a subi une seule opération ou toutes les opérations nécessaires, si les échantillons étaient prélevés avant ou après les cylindres Anderson.

M. F. Marboutin dit que les prélèvements faits à Choisy-le-Roi par l'Observatoire municipal de Montsouris comportent deux prises d'essai, l'une avant le passage dans les revolvers Anderson, l'autre sur la conduite de refoulement des pompes après le passage dans les revolvers et sur les filtres à sable. On a ainsi l'eau telle qu'elle entre dans l'usine et telle qu'elle en sort.

M. Brard a cité le tableau dressé par le Comité consultatif d'hygiène, pour déterminer la qualité d'une eau. Ce tableau est en relation assez bonne avec ce que l'on connaissait il y a quelques années, mais depuis, l'étude des eaux a fait des progrès dont on appréciera l'importance quand on saura que ce tableau ne tient pas compte du monde microbien. Si les progrès qu'a réalisés depuis la même époque l'étude chimique des eaux n'ont pas eu un aussi grand retentissement que ceux de la micrographie, ils ont été cependant considérables. C'est ainsi qu'une analyse sommaire comporte aujourd'hui le degré hydrotimétrique total et après ébullition, la chaux, le carbonate alcalino-terreux, le chlore, la matière organique, l'azote sous ses formes diverses : nitreux, nitrique, ammoniacal, organique; l'oxygène dissous; l'oxygène après quarante-huit heures dans une étuve à 33° et à l'abri de la lumière (d'où M. Albert-Lévy a tiré le *coefficient d'altérabilité);* le résidu sec; l'acide sulfurique. Le tableau du Comité consultatif d'hygiène ne tient compte que d'un certain nombre de ces éléments. Il attache une grande importance au degré hydrotimétrique; or, tant que celui-ci n'est pas exagéré, il ne semble pas avoir d'influence sur la santé; des observations à ce sujet ont été faites, notamment en Angleterre; pour l'acide sulfurique, beaucoup de villes et villages de France ne pourraient s'alimenter en eau, s'ils devaient rejeter celles qui contiennent le nombre indiqué au susdit tableau. Quant à la matière organique, comment fixer une limite aussi précise que celle du tableau, quand les nombres qui s'y rapportent sont d'ordre purement relatifs? Ces nombres sont obtenus en France par la méthode, due à M. Albert-Lévy, méthode qui vient d'être consacrée à nouveau par une Commission qui compte dans son sein MM. Carnot, Cornil, Duclaux, Riche, Roux et Schlœsing.

M. Badois remercie M. Marboutin des renseignements fort intéressants qu'il vient de communiquer et lui demande de vouloir bien

rappeler quel est exactement le fonctionnement des laboratoires de l'Observatoire de Montsouris.

M. Marboutin dit que l'Observatoire de Montsouris a été créé spécialement pour fournir des renseignements aux divers services de la Préfecture de la Seine et de la Ville de Paris; il ne fait pas d'analyses pour les particuliers, mais il en fait pour les municipalités.

Son rôle actuel est assez complexe; il étudie d'une manière générale tout ce qui intéresse la climatologie et l'hygiène de Paris; c'est à ce point de vue qu'il s'occupe particulièrement de l'eau.

Les eaux d'alimentation de Paris sont étudiées par lui, tout à la fois, aux sources mêmes, à leur arrivée à Paris, et aux robinets de distribution.

Des laboratoires spéciaux vont être prochainement créés dans la région des sources pour permettre de suivre de plus près les variations que celles-ci peuvent comporter.

A d'autres points de vue, l'Observatoire de Montsouris étudie, d'une façon systématique, la Seine de Montereau à Rouen; les eaux d'égout: les eaux de drainage des plaines de Gennevilliers, d'Achères, du domaine de Méry; la nappe souterraine tant à Paris que dans la banlieue et spécialement dans les régions irriguées par les eaux d'égout; les différents procédés de filtration et de purification des eaux pouvant être proposés à la municipalité parisienne.

C'est ainsi que l'Observatoire de Montsouris a étudié le procédé Anderson, d'abord à Boulogne, puis actuellement à Choisy, à Neuilly et à Nogent; et qu'il étudie les filtres à sable de Saint-Maur, ainsi que ceux d'Ivry.

M. G. Marié croit que les essais de chimie pure peuvent donner parfois des indications utiles pour savoir si une eau a été contaminée ou non. Il rappelle que M. Duclaux, Directeur de l'Institut Pasteur, a publié en 1897, aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, une note très intéressante sur l'analyse de certaines eaux de puits ayant donné lieu à une épidémie de fièvre typhoïde; dans cette note M. Duclaux faisait observer que, dans certains cas, l'analyse chimique, peut donner, sur la contamination d'une eau, des indications plus utiles que les méthodes bactériologiques; M. Duclaux montrait que le dosage du chlore, notamment, pouvait fournir sur la contamination des eaux souterraines des indications parfois très utiles.

M. Marié dit que cette indication de M. Duclaux est à retenir. Sans doute la chimie pure ne peut jamais donner des renseignements certains sur la contamination d'une eau. Mais pour les eaux de source et de puits, il croit qu'une forte teneur en chlore prouve presque toujours que l'eau a été contaminée, sauf au bord de la mer; il estime qu'une forte teneur en nitrates vient corroborer les résultats donnés par l'essai du chlore; il conclut que d'une façon générale l'essai du chlore et des nitrates et l'essai au permanganate fournissent des indications qui peuvent aider à constituer « l'histoire d'une eau de source ou de puits » et donner tout au moins des *présomptions* pour savoir si une eau de source est potable ou non.

M. Marié pense que ces courtes indications pourront peut-être servir aux industriels qui ont souvent l'occasion de se demander si une eau de source ou de puits convient pour l'alimentation du personnel de leur usine.

M. Marboutin insiste avec M. Marié sur l'utilité des analyses chimiques qui à une époque avaient paru à quelques personnes devoir s'effacer devant les essais micrographiques. En réalité, ces essais se complètent l'un par l'autre, mais il faut souvent avoir recours encore à d'autres éléments.

En général, l'étude d'une eau ne peut être complète que si les essais chimiques et bactériologiques sont accompagnés d'une étude épidémiologique et géologique de la région que l'on considère.

En résumé, au point de vue des eaux industrielles un seul essai, le degré hydrotimétrique, donne des résultats très probants; mais il n'en est point de même au point de vue des « eaux buvables »; leur qualité dépend d'un grand nombre de facteurs et elle ne peut être établie qu'après une étude souvent longue et laborieuse.

Un essai unique donnera souvent des résultats illusoires; cependant il pourra indiquer d'une façon assez nette la *nocivité* probable; celle-ci demandera une étude plus approfondie pour être établie d'une façon certaine. C'est ainsi que M. Duclaux, dans le beau travail qui vient d'être rappelé par M. Marié, est arrivé à des résultats très précis par le dosage du chlore et des nitrates d'un certain nombre de puits d'une même région.

M. Marboutin ne saurait trop mettre en garde les industriels contre les dangers qu'il y aurait à conclure à la *bonne qualité* d'une eau, à la suite d'un essai isolé.

M. le Président, en présence de cette longue discussion, se féliciter d'en avoir confié la direction à M. Badois qui a, sur ces questions, une compétence spéciale.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. Ch.-G. Archinard, P.-H. Bordier, E.-A. Bourdonnay, A.-J. Boyer, P. Chagot, E. Gateau, J. Gérébiatieff, G. Hiverge, H. Huguenot, J. Kermina, L.-J. Lemoniez, E.-F. Le Naour, G.-P. Lestrade, J.-L. Mendes-Diniz, J.-G. Patoureau, Ch.-E. Pot, J.-F.-G.-A. Reymond, J. Richard, J.-J. Robelet, P.-L. Robert, A. de Romeu, O. Struve, A. Thomas, et M. Weyl, comme Membres sociétaires; et de MM. J.-M.-F. Farisy, H.-G. Maës et Y. Tardif, comme Membres associés.

Sont admis comme Membres Sociétaires, MM. :

J.-A. Bellanger,	présenté par MM.	Goujon, Journolleau, Loutreuil.
E.-G. Decout-Lacour,	—	Canet, Nillus, de Dax.
M. Desbief,	—	Avisse, Bocquet, Gatget.
L. Harispe,	—	Bernard, L. Dubois, L. Rey.
Th.-A. Jund,	—	Goujon, Journolleau, Romann.
E.-F. Linder,	—	Goujon, Journolleau, Loutreuil.

F. Loubriat, présenté par MM. L. Appert, M. Appert, Journolleau.
A. Manfredini, — Canovetti, A. Chevalier, H. Chevalier.
J.-J. Marié, — Badois, Bel, L. Périssé.
P. Maurel, — Goujon, Journolleau, Loutreuil.
G.-J. Pinaud, — Canet, Marchand, Quiniou.
A.-J. Popineau, — Canet, Marchand, Quiniou.
J.-E.-H. Soupey, — Bernard, Cottarel, Desbarres.
J.-A. Vizet, — Canet, Marchand, Quiniou.

Comme Membres Associés, MM. :

A.-M.-M. Blum, présenté par MM. Bernard, Cottarel, Desbarres.
J.-M.-G. Rouaix, — Baudoux-Chesnon, Philippart, Thézard.

La séance est levée à minuit et quart.

Le Secrétaire,
P. Jannettaz.

OUVRAGES REÇUS

Du 20 avril au 4 mai 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Chimie.

MOISSAN (H.). — *Le Fluor et ses composés*, par Henri Moissan (in-8°, 250 × 165 de XII-398 p.). Paris, G. Steinheil, 1900 (Don de l'Éditeur, M. de la S.). 39710

Construction des machines.

Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur. Section française. Exercice 1899. Trente-deuxième année (in 8°, 280 × 190 de 62 p. avec 3 pl.). Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1900. 39700

BAUDRY DE SAUNIER (L.). — *L'automobile théorique et pratique. Traité élémentaire de locomotion à moteur mécanique. II. Voitures à pétrole*, par L. Baudry de Saunier (in-8°, 220 × 150 de 512 p. avec 252 fig.). Paris, L. Baudry de Saunier, 1900 (Don de l'auteur). 39711

BOCHET (L.). — *Les automobiles à pétrole. Essai de description méthodique générale*, par L. Bochet (Extrait des Annales des Mines, livraison de janvier 1900) (in-8°, 250 × 165 de 109 p. avec 34 fig.). Vve Ch. Dunod, 1900 (Don de l'éditeur). 39622

EUDE (G.). — *La Mécanique à l'Exposition de 1900. 1re livraison. — Les installations mécaniques de l'Exposition.* par Gabriel Eude (in-4°, 320 × 220 de 92 p. avec 5 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod. 1900 (Don de l'éditeur). 39619

The New Main Power Station of the Third Avenue Railway Company, New-York. Westinghouse, Church, Kerr and Co Engineers (in-4°, 335 × 245 de 12 p.) (Reprinted from the Street Railway Journal. January 6, 1900) (Don de MM. R. Rogers et Cie). 39712

Économie politique et sociale.

Annuaire général des Sociétés françaises par actions (cotées et non cotées) et des principales Sociétés étrangères. Édition 1899 (in-8°, 275 × 190 de 69-LXIX-1240 p.). Paris, 8, rue de la Chaussée-d'Antin. 39695

Annuaire des Sociétés françaises par actions (cotées et non cotées) et des principales Sociétés étrangères. Troisième année 1900 (in-8°, 275 × 190 de 1682 p.). Paris, A. Lajeune-Vilar et Cie. 39696

Anuario estadistico de la Provincia de Buenos-Aires. Ano 1897. Publicado bajo la dirección de Carlos P. Salas (Direccion general de estadistica de la Provincia de Buenos-Aires) (in-4°, 290 × 200 de LXI-472 p.). Lima, 1899. 39698

JUGLAR (C.). — *De la répartition des bénéfices du travail et du capital dans l'accroissement de la richesse depuis cinquante ans*, par M. Clément Juglar (in-8°, 275 × 230 de 14 p.) (Extrait du Journal de la Société de Statistique de Paris, 18 novembre 1896). Nancy, Berger-Levrault, 1896 (Don de M. Clément Juglar). 39714

JUGLAR (C.). — *Influence des crises commerciales sur l'état économique*, par M. Clément Juglar (in-8°, 275 × 230 de 28 p.) (Extrait du Journal de la Société de Statistique de Paris, numéros de juillet et de septembre 1896). Nancy, Berger-Levrault, 1896 (Don de M. Clément Juglar). 39715

JUGLAR (C.) — *Le rôle de la statistique au point de vue historique et au point de vue économique*, par M. Clément Juglar (in-8°, 220 × 140 de 19 p.) (Extrait du compte rendu de l'Académie des Sciences morales et politiques). Paris, Alphonse Picard et fils. 1898 (Don de M. Clément Juglar). 39713

Électricité.

HOSPITALIER (E.) et MONTPELLIER (J.-A.). — *L'Électricité à l'Exposition de 1900*. Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM. E. Hospitalier et J.-A. Montpellier, *1er fascicule*. — *Organisation et Services généraux de l'Exposition*, par MM. Hospitalier et Montpellier (in-4°, 320 × 220 de 80 p. avec 11 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1900. 39707

Filature et tissage.

POULAIN (C.) et MARTEAU (Ch.). *Tableau synoptique de l'Industrie lainière (1789 à 1900)*. Dressé par M. César Poulain jusqu'en 1878 et continué par M. Charles Marteau (une feuille 480 × 640). Reims, Matot-Braine, 1900 (Don de M. Ch. Marteau, M. de la S.). 39704

Géologie et Sciences naturelles diverses.

BOURSAULT (H.). *Recherche des eaux potables et industrielles*, par H. Boursault (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 190 × 120 de 200 p.). Paris, Gauthier-Villars. G. Masson (Don de l'éditeur). 39697

Législation.

Annuaire des Sociétés savantes littéraires et artistiques de Paris, par les Secrétaires généraux. *Année 1899. Deuxième édition* (in-18, 180 × 115 de VIII-328-36 p.). Paris, Institut international de bibliographie scientifique, 1899. 38699

Physique.

Lozé (Ed.). *Les charbons britanniques et leur épuisement. Recherches sur la puissance du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande*, par Ed. Lozé (2 vol. in-8° 250 × 160, ensemble de XVI-X-1230 p. avec cartes, plans, coupes et graphiques). Paris, Ch. Béranger, 1900 (Don de l'éditeur, M. de la S.), 39705 et 39706

Sciences morales.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Tome LXIII de la collection, Tome XXXVI, troisième série. Année 1899 (in-8°, 250 × 165 de 492 p.). Troyes, Paul Nouel, 1899. 39620

Technologie générale.

Description des machines et procédés pour lesquels des Brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome quatre-cinq-quinzième. 1re, 2e et 3e parties. Nouvelle série. Année 1895 (3 volumes in-8°, 250 × 160).

Le Guide de l'Exposition de 1900, par H. Lapauze, Max de Nansouty, A. da Cunha, H. Jarzuel, G. Vitoux, L. Guillet (in-18, 160 × 100 de 538 p.). Paris, Ernest Flammarion, 1900 (Don de M. Max de Nansouty). 39621

Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers; with other selected and abstracted Papers. Vol. CXXXIX, 1899-1900. Part. I (in-8°, 215 × 140 de 511 p. avec 11 pl.). London, Published by the Institution, 1900. 39623

Travaux publics.

Relazione sul Progetto dell' Acquedotto Pugliese presentato del Regio uffico speciale del Genio Civile (Ministero dei Lavori Pubblici. Direzione generale delle Opere idrauliche) (in-4°, 335 × 225 de 172 p. avec atlas même format de 16 pl.). Roma, 1900 (Don du Ministero dei Lavori Pubblici). 39708 et 39709

MÉMOIRES

ÉTUDE

SUR LA

FABRICATION DES CUVELAGES

DE PUITS DE MINES

A GORCY (Meurthe-et-Moselle).

PAR

M. E. CLÈRE

Le fonçage des puits de mines dans les terrains aquifères est une opération qui s'impose, notamment, dans les charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais, dans ceux de la partie adjacente de la Belgique et dans les mines de fer du bassin de Briey et de la Lorraine.

Lorsque les puits atteignent de grandes profondeurs, et que les venues d'eau deviennent considérables, il y a presque toujours avantage à renoncer aux muraillements ordinaires en bois ou en maçonnerie, et à adopter le cuvelage étanche en fonte.

Tant que le diamètre extérieur des anneaux de cuvelage n'excède pas 4 *m*, on peut les construire d'une seule pièce, et c'était ainsi que l'on procédait avec le système de fonçage à niveau plein de Chaudron.

Mais aujourd'hui que le diamètre intérieur des puits est généralement de 5 *m*, et que le fonçage à niveau vide et par la congélation tend à remplacer les autres systèmes, on a dû, pour faciliter les transports par chemin de fer et la mise en place, adopter des anneaux de huit pièces ajustées et montées avec joints de plomb de 3 *mm* d'épaisseur, qui donnent la même sécurité que ceux d'une seule pièce.

C'est pour être en mesure de livrer de pareils cuvelages que la Société métallurgique de Gorcy (Meurthe-et-Moselle) a cons-

truit, il y a plus de deux ans, un atelier spécial de fonderie, de montage et d'essais.

Les cuvelages les plus employés aujourd'hui, ont, comme nous venons de le dire, un diamètre utile de 5 *m* et sont formés d'anneaux d'épaisseur variable mais de même hauteur, IM. 500.

Ainsi que le fait voir le dessin type de la figure 1, chaque

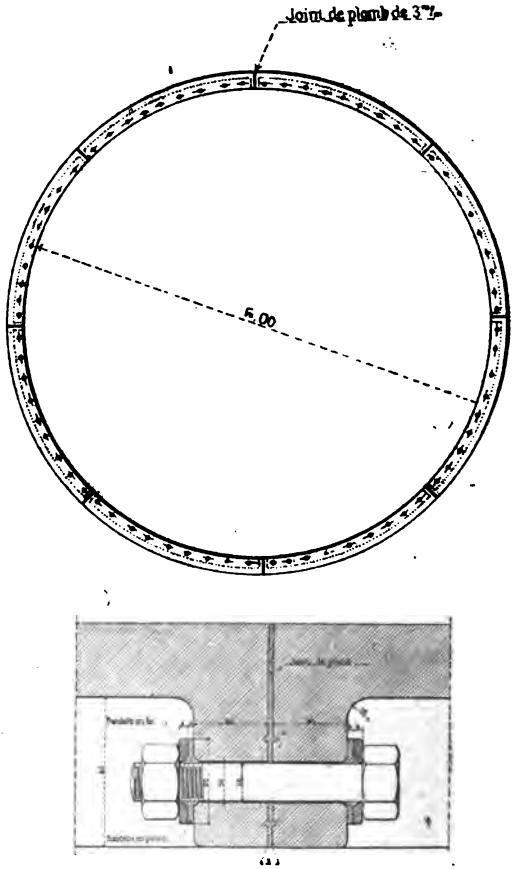


Fig. 1.

anneau est composé de huit segments égaux et de huit joints de plomb de 3 *mm* d'épaisseur assemblés à l'aide de boulons en fer de 28 *mm* de diamètre.

La saillie des brides intérieures est de 80 *mm* et leur épaisseur de 40 *mm*.

Il y a de plus deux nervures intérieures de 40 *mm* d'épais-

seur, concourant avec les brides à s'opposer à la déformation de l'anneau *(fig. 2)*.

Les brides verticales sont rabotées suivant gabarit, et portent de chaque côté des trous un trait de grain d'orge destiné à assurer l'étanchéité des joints de plomb.

Les segments, après rabotage, sont percés au foret d'après gabarit de six trous de 30 *mm* sur chaque bride verticale.

On procède alors au montage de l'anneau que l'on met sur le

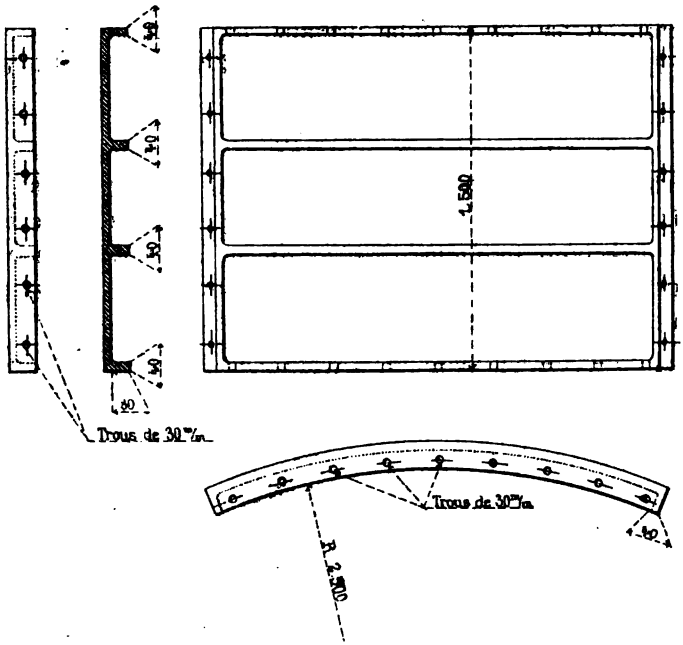


Fig. 2

tour pour dresser les brides horizontales et ensuite sur une machine à percer pour forer 72 trous de 30 dans chaque bride horizontale.

L'anneau terminé est essayé à la pression extérieure fixée par le cahier des charges, et expédié après réception.

D'après ce qui précède, une seule dimension, l'épaisseur, est variable.

Voici la manière de la calculer rapidement :

Soit D, le diamètre en mètre extérieur de l'anneau considéré;
E, son épaisseur en millimètres;
H, la hauteur d'eau dans le puits au-dessus de l'anneau;

La résultante P des charges autour de la surface horizontale est :

$$P = 1\,000\,HD.$$

Si nous appelons R la résistance de la fonte à la compression, on doit avoir :

$$2ER = 1\,000\,HD$$

d'où :

$$E = \frac{1\,000\,HD}{2\,R}.$$

Or, la fonte de moulage résiste à 50 *kg* par millimètre carré à la compression, et si nous prenons un coefficient de sécurité de 1/10e, en faisant travailler la fonte à 5 *kg* la formule devient :

$$E\,mm = \frac{HD}{10}.$$

Certains Ingénieurs des mines ajoutent à cette épaisseur une constante de 5 à 10 *mm*, et nous n'engageons pas à la diminuer.

De plus, pour la bonne réussite du moulage et de l'usinage, il ne faut pas adopter une épaisseur de moins de 25 *mm* pour le premier anneau soumis à une charge nulle.

Supposons un cuvelage de 5 *m* de diamètre utile destiné à supporter une charge d'eau de 100 *m* et ayant 100 *m* de hauteur. Le premier anneau aura 25 *mm* d'épaisseur, le dernier aura d'après la formule :

$$E\,mm = \frac{100 \times 5{,}100\,m}{10} = 51\ mm.$$

Le cuvelage sera composé d'environ 66 anneaux de 1,500 *m*, plus généralement, une ou plusieurs trousses, assemblées avec joints de plomb de 3 *mm* d'épaisseur et réunis par des boulons en fer n° 4 à deux rondelles en fer serrant chacune une rondelle de plomb pour assurer l'étanchéité au droit des trous.

Ces trousses dont nous parlons plus haut sont des ceintures en fonte suivant croquis *(fig. 3)*, destinées à former un barrage étanche et à empêcher les eaux des niveaux supérieurs de filtrer entre la roche et le cuvelage.

On a l'habitude de faire venir autour de chaque anneau en contact avec une trousse, une bride extérieure de 40 *mm* d'épaisseur et de 50 *mm* de saillie, laquelle augmente la surface de contact entre les anneaux et les trousses.

Souvent aussi, pour rendre les brides horizontales et verticales plus solides, on fait venir *(fig. 4)*, une nervure à 45° de 25 *mm* d'épaisseur et bien en dépouille nommée gousset.

Il est bon que les deux nervures horizontales entre brides aient la même saillie 80 *mm* que les brides, ce qui facilite singulière-

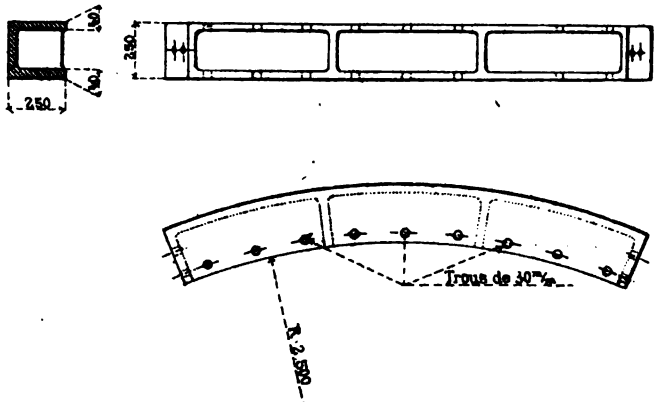


Fig.3.

ment la fixation des moises de guidage à l'aide de simples plaques de tôle boulonnées à ces nervures et aux fers ⊔ supportant le guidage.

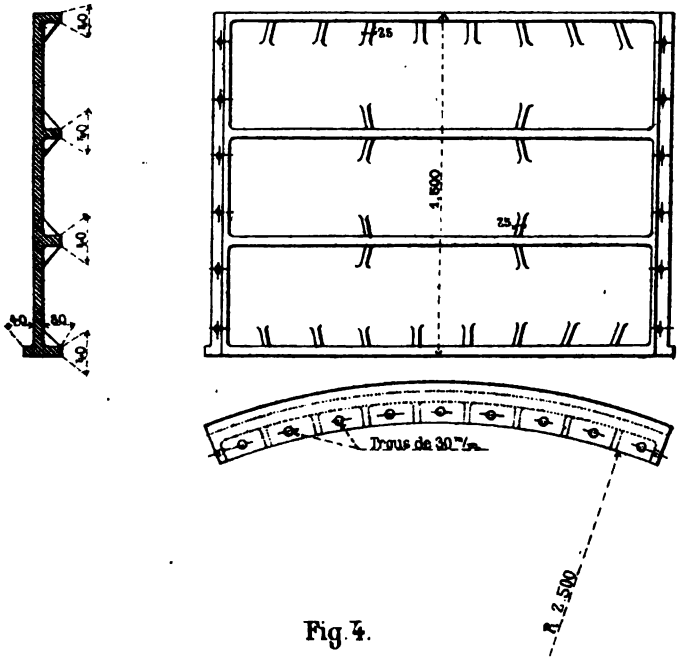


Fig.4.

D'une manière rigoureuse on doit s'abstenir de faire venir

de fonte outre les brides, nervures et goussets prévus ci-dessus, des sabots ou autres saillies qui, en augmentant les épaisseurs des anneaux en certaines places isolées, s'opposeraient au refroidissement uniforme et provoqueraient, par suite du retrait, des fêlures dangereuses dont on aurait à se repentir plus tard.

Nous donnons ci-après le texte d'un cahier des charges type à joindre à la commande d'un cuvelage supposé devoir porter une charge d'eau de 100 *m* à sa partie inférieure, et qui prévoit avec précision les conditions à remplir pour assurer la parfaite exécution du travail.

Cahier des charges.

ART. 1. — Le cuvelage à fournir aura 5 *m* de diamètre utile et sera composé de :

66 anneaux de 1,500 *m* = 99 *m*.
4 trousses de 0,250 *m* = 1 *m*.

Les anneaux et trousses seront formés de huit segments égaux avec joints de plomb de 3 *mm*. d'épaisseur entre-croisés.

L'épaisseur de l'anneau supérieur sera de 30 *mm* et celle de l'anneau inférieur de 55 *mm*.

Il y aura six séries d'anneaux dont les épaisseurs sont les suivantes :

1re série.	11	anneaux de	30 *mm*.
2e —	11	—	35
3e —	11	—	40
4e —	11	—	45
5e —	11	—	50
6e —	11	—	55

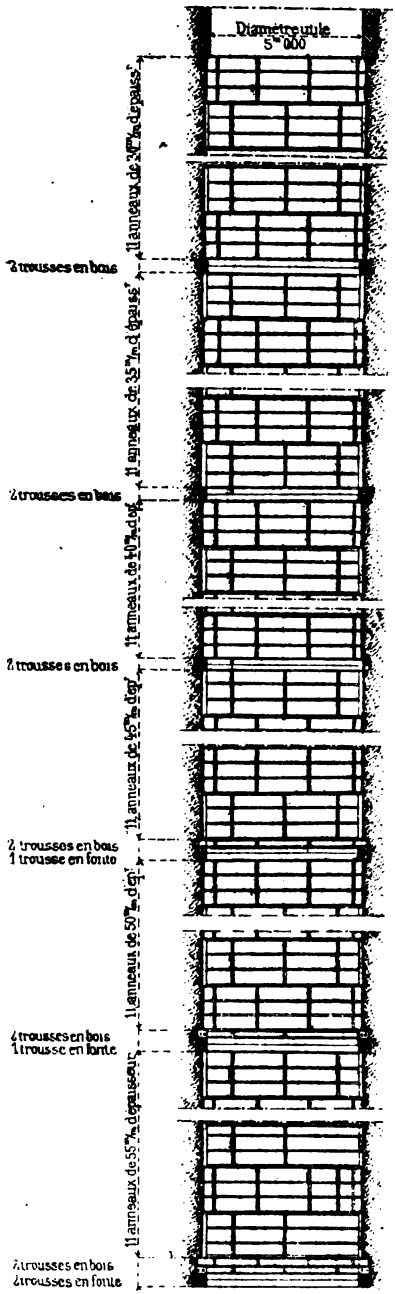
La hauteur d'un anneau sera de 1,500 *m*, celle d'une trousse 0,250 *m (fig. 5)*.

On se conformera aux dessins d'exécution remis avec la commande.

ART. 2. — Les joints verticaux seront dressés au rabot suivant un gabarit exact et deux traits de grain d'orge y seront donnés, un de chaque côté des trous.

Les brides verticales seront ensuite percées au foret de six trous de 30 *mm*, suivant gabarit, de manière que chaque segment soit interchangeable.

Fig.5.


Diamètre utile
5m000
11 anneaux de 30cm de paisseur
2 trousses en bois
11 anneaux de 35cm d'épaisseur
2 trousses en bois
11 anneaux de 40cm d'ép.
2 trousses en bois
11 anneaux de 45cm d'ép.
2 trousses en bois
1 trousse en fonte
11 anneaux de 50cm d'ép.
4 trousses en bois
1 trousse en fonte
11 anneaux de 55cm d'épaisseur
4 trousses en bois
4 trousses en fonte

Les segments seront montés et mis sur le tour où les deux brides horizontales devront être dressées simultanément pour assurer le parallélisme desdites brides, et recevoir deux traits de grain d'orge, un de chaque côté des trous, pour assurer l'étanchéité des joints.

On tracera à l'aide d'un gabarit les 72 trous de 30 *mm* sur chacune des brides horizontales, et ces trous seront forés avec une précision telle que tous les anneaux soient interchangeables.

Pour le traçage de ces trous, on partira invariablement d'un joint repéré très visiblement, afin qu'il soit facile de superposer les anneaux les uns sur les autres, dans le même ordre que l'opération aura été faite à l'usine. Avant l'essai à la presse hydraulique, tous les trous seront fraisés sous la bride pour assurer le contact des deux rondelles de boulons. Les anneaux voisins étant superposés, on vérifiera, à l'aide de 72 broches de 28 *mm*, la coïncidence des trous des brides horizontales et on alésera ceux qui ne laisseraient pas librement passer les broches.

Art. 3. — Les anneaux seront essayés à la pression extérieure, dans une cuve, à l'aide d'une presse hydraulique conformément au tableau suivant :

1re série. . . .	10 *kg*	par centimètre	carré.
2e —	12	—	—
3e —	14	—	—
4e —	16	—	—
5e —	18	—	—
6e —	20	—	—

La pression d'épreuve indiquée par un manomètre sera maintenue pendant 30 minutes.

Toute pièce qui donnera lieu à un suintement avec bouillonnement sera rebutée.

Art. 4. — Chaque anneau après épreuve sera pesé monté à l'aide d'une bascule suspendue au crochet de la grue. Tout anneau dont le poids sera moindre que le poids théorique diminué de 2 1/2 0/0 pourra être rebuté.

On ne tiendra pas compte du poids qui excédera le poids théorique de plus de 2 1/2 0/0.

Pour le calcul des poids théoriques, on prendra 7 200 *kg* pour la densité du mètre cube de fonte.

Art. 5. — Chaque anneau portera à la peinture les marques suivantes :

1° Les chiffres 1, 2, 3, 4, etc., suivant son rang dans le schéma du cuvelage:

2° Les lettres A, B, C, D, E, F, G, H.

Elles seront inscrites en dedans vers la partie supérieure et suivant le croquis ci-contre qui donne un repérage certain et commode.

IA IB	IB IC	IC ID	ID	

Art. 6. — Pour l'expédition, l'anneau sera démonté et toutes les parties travaillées passées à la céruse, les boulons et rondelles seront emballés dans un tonneau portant le même numéro que l'anneau.

Nous allons examiner maintenant de quelle manière la Société métallurgique de Gorcy a organisé son installation pour se conformer exactement à ces exigences nécessaires.

Les trousses sont moulées sur modèles pleins en bois armés en fer, et les évidements sont obtenus à l'aide de noyaux soigneusement étuvés ainsi que le moule.

Les segments d'anneaux sont moulés sur modèle métallique entièrement ajusté et pouvant monter ou descendre à l'aide d'un mécanisme simple dans un fond à mouler raboté de telle sorte que le même modèle serve pour toutes les épaisseurs d'un même cuvelage.

Il est facile aussi, en le levant ou le baissant de quelques dixièmes de millimètre, d'arriver au poids théorique.

Toutes les nervures métalliques et creuses sont disposées pour rester dans le sable, et portent leurs congés, ce qui rend le réparage des moules très facile *(fig. 1, Pl. 232)*.

La partie de dessous où se moule la surface convexe des segments est troussée en sable sur une toile à picots et à trous formant toute la surface du châssis.

Le moulage et le séchage en deviennent plus rapides.

Les deux parties de châssis ont leur surface de joint rabotée et sont assemblées pour la coulée avec des crampes en fer très fortes.

Pour éviter tout gauchissement, les moules ne sont pas mis à l'étuve, mais remmoulés à vert sur couches horizontales et séchés en place à l'air chaud *(fig. 2, Pl. 232)*.

On coule avec un mélange de fonte, toujours le même, étudié pour obtenir, grâce à son grain fin et homogène, la plus grande résistance possible, des retraits uniformes et un travail régulier aux machines-outils.

Les opérations de moulage, coulée et décochage, se font à l'aide d'un pont roulant électrique de 25 *t* possédant les vitesses suivantes par minute :

Mouvement de levage	2,400 *m*
— transversal	10 *m*
— longitudinal.	25 *m*

Les pièces coulées restent douze heures dans les moules et ne sont décochées que presque froides afin de leur conserver toute leur solidité et éviter toute déformation.

Aussitôt après leur décochage les segments sont dessablés et ébarbés soigneusement sous une grue roulante de 5 *t* et portés à la machine à raboter *(fig. 3, Pl. 232)*.

Sur le plateau garni de cales bien calibrées, on fixe à la suite l'un de l'autre trois segments à l'aide d'un dispositif étudié de manière à ne jamais les fausser.

Le rabot travaille avec deux outils en acier extra-dur fixés sous une inclinaison restant invariable pendant toute la durée du finissage du même cuvelage *(fig. 4, Pl. 232)*.

La coupe est constamment vérifiée « l'aide d'un gabarit en tôle d'acier.

Les deux colonnes du rabot étant mathématiquement d'équerre avec l'axe du plateau, on applique une règle bien droite sur les deux colonnes et on trace vers le sommet de chaque segment une ligne parfaitement perpendiculaire aux deux brides verticales qui servira dans tous les montages et traçages suivants ; c'est grâce à cette précaution que tous les segments peuvent être interchangeables.

On donne les deux traits de grain d'orge, un de chaque côté des trous, et on démonte les segments à l'aide d'un petit pont électrique de 3 *t* qui les porte à la machine à percer double des brides verticales.

On les coiffe d'un gabarit assujetti par des vis de pression, et qui porte des douilles en acier trempé servant de guides aux forets perçant les trous, de sorte que jamais un trou ne peut être déplacé par faute du traceur *(fig. 5, Pl. 232)*.

Lorsque huit segments sont ainsi percés, on les assemble en

anneau sur une aire en ciment garnie de huit marbres de niveau placés un sous chaque joint.

On intercale entre chaque segment un joint de montage de cuivre rouge de 3 *mm* d'épaisseur, et se basant sur la ligne de repère tracée au rabot, on met l'anneau au rond avec un grand trusquin monté sur un arbre de trousseau *(fig. 6, Pl. 232)*.

On serre alors à fond les boulons d'assemblage.

Un pont roulant électrique de 25 *t* vient chercher l'anneau monté et le place sur un grand croisillon à mâchoires mobiles centré sur le plateau du tour. Dans toutes ces opérations, l'anneau est levé à l'aide d'un appareil spécial le garantissant contre toute déformation.

Le tour est à plateau horizontal, il peut dresser des pièces de 7 *m* de diamètre pesant 50 *t*, à l'aide de deux outils travaillant ensemble les deux brides horizontales, ce qui en assure le parallélisme exact.

On trace au grain d'orge les axes des trous des deux brides en se servant d'un compas à verge, et on donne deux traits de grain d'orge en dehors et en dedans des trous à forer pour l'étanchéité des joints *(fig. 7, Pl. 232)*.

Le pont électrique enlève l'anneau tourné avec son croisillon et le descend sur le plateau de la machine double à percer les trous des brides horizontales, où il se centre lui-même à l'aide de l'axe central que porte ce plateau et qui est le même que celui du tour. On trace les trous de la bride supérieure à l'aide d'un grand gabarit d'une seule pièce et ceux de la bride inférieure avec un gabarit en deux pièces relié au premier *(fig. 8, Pl. 232)*.

L'anneau percé est mis sur un wagon à large voie et conduit aux cuves d'essai où on le descend avec une grue roulante électrique de 25 *t (fig. 8, Pl. 232)*.

La cuve pour essayer les anneaux de 5 *m* est formée d'un fond, d'une virole et d'un couvercle, le tout pesant 80 *t*.

L'étanchéité des deux joints est obtenue par un dispositif spécial et la pression est donnée par une forte presse hydraulique à deux corps de pompe.

La pression fixée pour l'épreuve est indiquée par un manomètre et maintenue pendant 30 minutes.

Une fois l'anneau reçu, on lui superpose l'anneau suivant, on vérifie la coïncidence des trous et on alèse ceux qui ne laissent pas passer librement les broches de 28 *mm*.

Chaque segment est ensuite repéré à la peinture conformément au cahier des charges.

On enlève l'anneau supérieur que l'on met de côté pour une épreuve suivante, et on sort celui qui vient d'être terminé, on le pèse à la romaine suspendue à la grue et on le pose à terre.

Une grue roulante de 3 *t* le démonte et le charge sur wagon pour l'expédition après que les parties travaillées ont été passées à la céruse.

Nous croyons devoir faire remarquer que, ne pouvant nous procurer en temps utile chez les autres constructeurs, les deux machines à percer et le tour à plateau horizontal dont la disposition et la puissance ne correspondaient pas aux modèles courants, nous avons dû construire ces outils à Gorcy.

La cuve d'essai pour anneaux de 5 *m*, qui atteint elle-même 6 *m* de diamètre, a été tournée sur notre tour, aussi bien qu'une seconde cuve pour anneaux de 4 *m* (*fig. 10, Pl. 232*).

Même nous avons pu tourner en douze heures, sur ce tour, l'anneau de 7 *m* de diamètre utile que nous avons monté à l'Exposition universelle de Paris, classes 64 et 65.

La capacité de production de l'atelier de cuvelages de Gorcy est de un anneau de 5 *m* de diamètre utile par jour.

Il a déjà livré les cuvelages suivants :

Désignation.	Diamètre.	Hauteur.	Poids.
Pont-à-Mousson . . .	5 *m*	110,75 *m*	900 *t*
Aniche	5	73,75	360
Douchy	5	44,75	205
Gorcy	5	60,75	450
Aniche	5	90,25	501
Nœux	4	71,25	312
			2 728 *t*

FILTRES DÉGROSSISSEURS

POUR

GRANDES MASSES D'EAU

PAR

M. A. PUECH.

Voici les circonstances qui m'ont amené à m'occuper de filtration.

L'opération du lavage d'une pièce d'étoffe nécessite, pour commencer, une distribution d'eau par une rampe percée de tout petits trous ; ces trous se bouchent fréquemment ; on me conseilla de faire passer préalablement cette eau à travers des éponges.

Le résultat fut passable comme épuration, mais tous les deux jours il fallait remplacer les éponges pour laver celles qui avaient servi, et, tous les mois, il fallait en acheter d'autres parce qu'elles pourrissaient vite.

Pour éviter cet inconvénient j'eus recours au mâchefer qui ne pourrit pas, mais qu'il faut remplacer entièrement chaque fois qu'il a servi ; d'où une manipulation coûteuse et encombrante.

Si maintenant nous étudions les filtres à sable, nous voyons que ceux de Chelsea sont ainsi composés, en commençant par le bas :

Gravier grossier.	1,00 *m*
Gravier fin	0,15
Sable grossier.	0,30
Sable fin de mer	0,60
Épaisseur totale	2,05 *m*

Il faut ajouter à ce chiffre, pour le haut, une lame d'eau de 60 *cm*, et, pour le bas, un vide de 20 *cm* en vue de l'écoulement, ce qui conduit à une hauteur totale nécessaire de 2,80 *m*. Or, dans le cas particulier qui m'occupait, je ne pouvais disposer que de 1,20 *m* de hauteur de chute.

C'est alors que je fus amené à supporter le sable qui est l'élément essentiel du filtre par une tôle perforée de 4 *mm* d'épaisseur et à réduire l'épaisseur de la couche de sable fin à 40 *cm*.

Pour empêcher le sable de se perdre par les trous des tôles, je répandis d'abord sur ces tôles une couche de menu gravier de 10 *cm*.

Le filtre, ainsi constitué, paraissait suffisant pour l'usage auquel je le destinais ; mais le débit a rapidement diminué, ce qui était dû au dépôt d'un limon qui bouchait les interstices du sable.

Après avoir essayé plusieurs systèmes de nettoyage, je me décidais à remplacer la couche de sable par une couche de gravier de 10 *cm* d'épaisseur.

L'eau qui passait à travers ce filtre, d'abord louche, se clarifia peu à peu ; le gravier se recouvrait, comme dans le cas précédent, d'un dépôt de limon comparable à celui qui avait couvert jadis le sable fin.

Le gravier est donc, comme le sable, capable de retenir des matières en suspension dans l'eau, et ce qui est important, il constitue un agent de clarification bon marché, inusable, très facile à nettoyer, fournissant un débit considérable : 30 à 40 m^3 par mètre carré et par 24 heures.

Afin de rendre la clarification plus complète, j'augmentais l'épaisseur de la couche de gravier ; je la portais de 10 à 25 *cm*. Le résultat, meilleur comme pureté, fut moins bon comme rendement. Le colmatage vint trop vite.

Il s'agissait, pour résoudre complètement le problème, de proportionner la maille du filtre au volume de ces corps ? A des eaux très chargées, il faut une maille large. Les grosses impuretés seront alors retenues, sans courir le risque d'obstruer aussi vite les larges pertuis du gros gravier. Le débit sera assuré et, pour améliorer l'opération, il suffira d'amener l'eau qui sortira de cette première écumoire sur une couche de gravier plus fin, aux mailles plus serrées.

C'est ce que j'ai expérimenté :

J'ai fait passer l'eau successivement dans deux, puis trois compartiments filtrants, composés de graviers de plus en plus petits, de manière à créer un filtrage méthodique.

A la suite d'études, de modifications incessantes, d'expériences minutieuses, j'ai créé un instrument susceptible d'amener des eaux quelconques, si chargées sont-elles, à un degré d'épu-

ration également quelconque, du moins quant aux matières en suspension.

Il suffisait simplement, en commençant l'opération, d'employer de gros graviers, même des cailloux, si l'eau était par trop épaisse. Une fois l'écoulement à travers cette large maille obtenu, on était entièrement maître du résultat final. Après chaque passage on dispose la maille subséquente suivant le degré d'épuration à obtenir, on continue ainsi jusqu'à ce que l'état définitif de l'eau soit jugé satisfaisant. Si trois passages ne suffisent pas, on en ajoute un 4e, puis un 5e, un 6e, etc.

Pour parachever l'appareil, il s'agit de le disposer de manière à n'avoir plus à changer de place les matières filtrantes pour les laver. Il était souhaitable de pouvoir le faire sur place, dans le filtre même en employant un courant d'eau. A cet effet je donnais une légère pente vers la vanne de vidange à la couche, je dressais des murettes à l'amont et à l'aval pour éviter l'entraînement du gravier par le courant venant de l'amont et, en promenant un râteau à la surface du gravier, j'opérais un nettoyage superficiel, permettant de marcher de 8 à 10 jours de plus sans déplacer la couche.

On pouvait faire ainsi trois nettoyages superficiels, après quoi la couche était saturée dans toute son épaisseur, la vase ayant pénétré jusqu'aux tôles.

Il fallait alors opérer un nettoyage complet, c'est-à-dire de rincer les graviers du haut en bas de la couche.

Après avoir isolé, par un jeu de vannes, le compartiment à nettoyer et l'avoir mis à sec, laissant les deux autres en fonctions, trois hommes descendirent à l'aval, se tenant sur la murette. Avec des pelles ils pratiquèrent une tranchée dans le gravier gras, jusqu'à découvrir une partie de tôle sur un longueur d'environ 0,50 *m* et sur toute la largeur du compartiment. Cela fait, une légère lame d'eau de 0,02 à 0,03 *m* fut amenée par l'amont.

En vertu de la pente de la couche, cette eau glissa sur le gravier colmaté, vint produire une petite cascade dans la tranchée, et se perdre par le trou des tôles. — A ce moment, les ouvriers saisirent chacun une houe de jardinier et éraflèrent, avec cet instrument, la tranche de gravier coagulé qui se presentait devant eux. L'eau continuant à couler et la houe aidant, le gravier était rincé à même les tôles et degageait les trous de celles-ci en glissant dessus.

Les ouvriers avançaient ainsi peu à peu vers l'amont, toujours à pied sec sur le tas de gravier nettoyé et ayant toujours devant eux la petite cascade tombant dans une tranchée incessamment nouvelle. Après 4 heures de ce travail facile et d'un résultat palpable, ils arrivaient à l'extrémité supérieure du compartiment.

Le gravier était en désordre, mais propre, il ne restait plus qu'à le niveler, ce qui se fit à la pelle en peu de temps.

Le compartiment ainsi restauré fut aussitôt remis en charge et fonctionna comme le premier jour. La durée illimitée des matières filtrantes était désormais assurée.

Après cet historique trop long peut-être, nous donnons les plan et coupes des 3 dégrossisseurs qui fonctionnent dans notre usine de Mazamet.

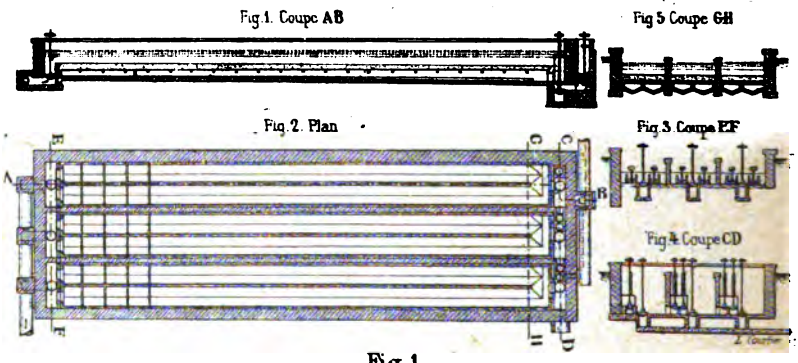


Fig. 1.

Nous représentons ci-contre le dessin en perspective des dégrossisseurs « Puech » installés à Ivry pour le compte de la Ville de Paris et précédant les bassins à sable.

Ils sont composés de 2 groupes ayant chacun trois compartiments de 120 m^2 et débitant dans leur ensemble 20 000 m^3 d'eau par 24 heures.

Le premier groupe, celui de gauche, est au nettoyage, pour ses deux premiers compartiments. Le deuxième, celui de droite, est en plein fonctionnement.

Quels sont les résultats pratiques de tels dégrossisseurs ?

Au point de vue industriel, ils nous paraissent hors de doute et nous n'insisterons pas.

A l'égard des eaux potables, la seule question, du reste, qui nous occupe aujourd'hui, nous allons entrer dans quelques explications.

Des analyses micrographiques ont été faites en 1894 à Toulouse, et ont donné les résultats suivants :

Eau brute . . . . . 107 000 microbes par centimètre cube.
Eau dégrossie 3 fois. 34 000 — —
Élimination 73 000, soit les deux tiers.

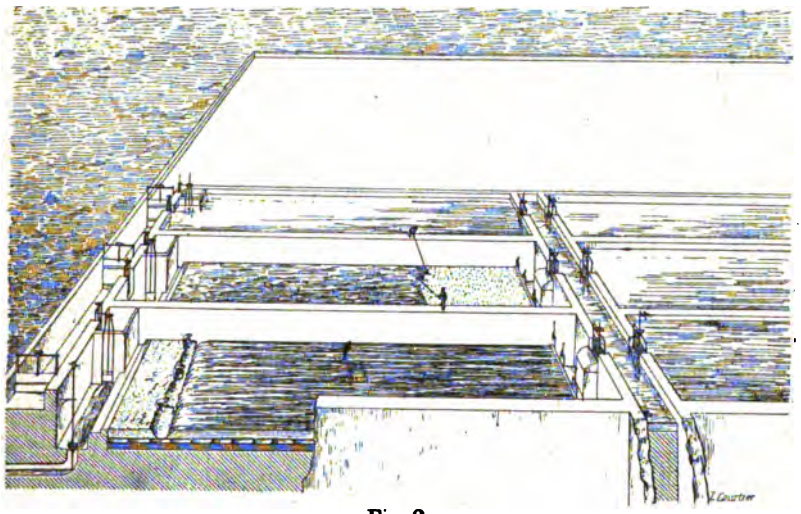


Fig 2.

D'autres pratiquées à Paris, toujours sur des échantillons prélevés dans notre usine, en 1897 :

Eau brute . . . . . 142 000 microbes par centimètre cube.
Eau dégrossie 3 fois. 30 000 — —
Élimination 112 000, soit les 4/5.

Enfin, sur les eaux de la Seine puisées à Ivry, avant et après leur passage dans les dégrossisseurs « Puech », le Laboratoire Municipal a fourni un tableau de 7 analyses, que voici :

	Eau brute	Eau dégrossie 3 fois
14 septembre 1899 . .	50 000	24 500
19 — — . .	62 500	21 000
21 — — . .	51 000	16 000
25 — — . .	42 500	6 500
28 — — . .	67 500	3 250
3 octobre — . .	67 500	11 000
6 — — . .	27 500	2 000
	368 500	84 250

Moyenne des microbes retenus : 80 0/0.

On peut juger par là des énormes facilités que donnent nos appareils préliminaires pour l'utilisation des eaux de rivière quand on n'a pas assez d'argent pour acheter des sources et les capter, ou pour faire dériver des cours d'eau de points très éloignés.

Mais pour mieux faire ressortir l'utilité d'une préfiltration ainsi poussée, prenons pour exemple ce qui se passe dans les filtres à sable, dits classiques, tels qu'ils fonctionnent à Londres depuis 50 ou 60 ans, et à Paris depuis une dizaine d'années.

Ces filtres à sable sont bien précédés de bassins de décantation libres ou à chicanes, dans lesquels les matières lourdes se déposent par simple gravitation, mais ces bassins de décantation sont très emcombrants, ils débitent peu, et ils sont souvent une cause de réelle infection par les dépôts qui fermentent dans leur fond. Leur nettoyage est nauséabond et absolument repoussant. Ils n'ont du reste, croyons-nous, aucune valeur comme épuration microbienne. Ils sont donc négligeables.

Revenons aux filtres à sable, pour dire qu'ils retiennent, *une fois pour toutes*, sur la mince couche de leur surface, la totalité des matières en suspension dans l'eau. — Après huit jours de marche pendant lesquels l'eau filtrée est mauvaise, il s'est formé à la surface une sorte de membrane glaireuse composée de toutes sortes de débris organiques ou minéraux. Cette membrane est le véritable filtre. Le sable n'en est que le support.

Mais dans le courant de la filtration, après 20 jours généralement, il arrive un moment où, par l'accumulation des matières, cette lame s'épaissit, se feutre au point de voir baisser le débit, et de n'avoir plus un volume suffisant.

Si, pour maintenir le débit demandé, on forçait la pression, cette lame se fendillerait, puis des crevasses surviendraient, et, après elles, des renards, de sorte que les microbes passeraient en grande quantité.

La seule ressource est d'arrêter le bassin filtrant, de racler le sable, et d'enlever la membrane. — Ceci se passe environ tous les mois à Londres ou à Paris.

Il faut donc reconnaître que, pendant son fonctionnement, un filtre passe successivement par trois états — le premier où il donne beaucoup d'eau, mais aussi beaucoup de microbes, soit pendant huit jours, — le deuxième, où il rend assez d'eau et peu ou pas de microbes, soit pendant vingt jours, — le troisième où il ne fournit pas assez d'eau, soit pendant deux jours.

Quel est le plus précieux de ces trois états? — le deuxième sans contredit.

Que conviendrait-il de faire pour en prolonger la durée? Alimenter les filtres à sable avec de l'eau préalablement dégrossie, c'est-à-dire amenée à un degré d'épuration tel, que la membrane filtrante ne s'épaississe pas trop vite. Moins l'eau sera chargée, plus facilement elle traversera les filtres, plus rares deviendront les nettoyages.

En éliminant 80 0/0 des détritus qui causent l'obstruction du filtre finisseur, nos appareils permettront de laisser marcher celui-ci trois mois au lieu d'un.

Voici le premier profit qui en résultera : — le filtre à sable seul, s'arrêtant tous les mois, aura donné de l'eau potable pendant 12 fois 20 jours, soit 240 sur 365. Perte : 125 jours. — Le même filtre à sable précédé cette fois des dégrossisseurs, s'arrêtera seulement tous les trois mois, et travaillera, par exemple, 75 jours sans s'arrêter, à quatre reprises dans l'année, soit pendant 300 jours. Perte : 65 jours, au lieu de 125.

Résultat : 60 jours de travail gagnés.

Mais voici un second profit. — En sus de l'augmentation dans la durée du travail, nous aurons l'accroissement du débit. Si, par exemple, le filtre à sable, alimenté avec de l'eau brute, débite 4 m^3 par m^2 et par vingt-quatre heures, nous pouvons prétendre qu'avec de l'eau débarrassée des 4/5 de ses impuretés, le filtre doublera, et peut-être triplera son débit, et alors nous aurons pour le travail d'une année :

Filtre à sable seul :	240 j.	× 2 m^3 =	480 par m^2
Filtre avec dégrossisseur :	300 j.	× 4 m^3 =	1 200 —

soit une production totale trois fois plus forte.

Si maintenant nous envisagions un autre côté de la question : l'épuration, nous trouverions encore un avantage tout aussi considérable dans l'application de notre filtre préliminaire.

En effet, Froenkel et Piefke ont fait, sur les filtres à sable, des recherches « d'où il résulte que ces filtres laissent passer les » micro-organismes dont le nombre dans les eaux filtrées est en » proportion du nombre des micro-organismes primitivement » mélangés à l'eau ».

Ceci veut dire que, si l'eau de Seine roule 50 000 microbes par centimètre carré, et que les filtres à sable en laissent passer 2 0/0

par exemple, on trouvera, dans l'eau filtrée, 1 000 microbes par centimètre carré.

Mais si, sur les 50 000 microbes, 40 000 sont préalablement expulsés, qu'on en laisse seulement 10 000 pour les filtres à sable, il n'en restera, dans l'eau définitivement filtrée, que 200 au lieu de 1 000.

Il est donc de première importance de pousser la préfiltration le plus loin possible.

Même observation à l'égard de la sécurité dans la marche et dans le service. En effet, il est expressément recommandé par tous les praticiens et par tous les savants de toucher aux filtres le moins souvent possible. — Duclaux nous dit dans les annales de l'Institut Pasteur : « La membrane est chose fragile, il faut la » laisser travailler tranquillement. » — Richard s'exprime comme suit, dans son Précis d'hygiène appliquée : « Tout l'art du fil- » treur consiste à respecter cette membrane pendant la durée » ultérieure de l'opération, absolument comme lorsqu'on filtre » sur du papier, la première condition est de ne pas crever le » papier. »

Quel meilleur moyen pour ne pas casser un objet que de n'y pas toucher, c'est-à-dire dans l'espèce, prolonger les périodes ! Si, au lieu de nettoyer le filtre à sable tous les mois, soit douze fois par an, nous ne le nettoyons que tous les trois mois, nous aurons laissé la membrane tranquille trois fois plus longtemps.

Passons maintenant aux économies dans les dépenses de premier établissement, et, pour être précis dans nos calculs et à l'abri du soupçon dans les données, prenons, comme base, l'exemple cité par les auteurs, des eaux et des filtres de Berlin, et des eaux et des filtres de Zurich. Les filtres sont les mêmes. Ils sont à sable dans chaque ville. Les eaux seules diffèrent.

Il a été fait, en 1887 et 1888, des expériences comparatives qui ont démontré que, avec une épuration égale, les périodes entre deux nettoyages ont été de 16 jours pour Berlin, avec une vitesse moyenne de 1,1 m^3 par jour et de 48 jours pour Zurich, avec une vitesse moyenne de 4,5 m^3 par jour.

Pourquoi cette énorme différence ? — Ce ne peut être que pour cette raison que les eaux de la Sprée à Berlin sont plus chargées que celles de la Limmatt à Zurich.

Cela posé, fixons le montant des dépenses pour l'établissement d'un filtre classique, précédé de bassins de décantation et qui débiterait 1,1 m^3 par mètre carré, comme à Berlin.

Il s'agirait de 100 000 m^3 par jour.

Estimons le débit des bassins de décantation de 12 m^3 par mètre carré, et leur prix à 15 f le mètre carré, comme cela se pratique à Paris.

Quant au prix des bassins à sable, il est, croyons-nous, de 30 f le mètre carré, et celui du terrain, 10 f.

Nous aurions donc :

Bassins de décantation .	8 330 m^2 × 15 f =	124 500 f
Bassins à sable.	90 000 m^2 × 30 f =	2 700 000 f
Terrain	98 330 m^2 × 10 f =	983 300 f
Coût total du procédé classique		3 807 800 f

Admettons par contre que la substitution de nos dégrossisseurs aux bassins de décantation nous ait permis de rendre les eaux de la Sprée aussi claires que celles de la Limmatt, et que, par conséquent, les filtres à sable aient pu débiter, non plus 1,1 m^3 comme à Berlin, mais 4,5 m^3 comme à Zurich, nous calculerions comme suit :

Bassins à sable.	22 200 m^2 × 30 f	= 366 000 f
Dégrossisseur Puech . .	3 300 m^2 estimés à 120 f	= 396 000 f
(3 couloirs comme à Ivry débitant 30 m^3 par m^2)		
Terrain	25 500 m^2 10 f	= 255 000 f
Coût total des filtres avec dégrossisseurs		1 317 000 f

Soit une économie de 2 490 800 f en faveur de notre système, soit environ 70 0/0.

Mais pour ne considérer que le cas des petites villes, qui recherchent des systèmes économiques, parlons seulement d'épurer 10 000 m^3 au lieu de 100 000, — nous ferions, avec les filtres, sans dégrossisseurs, une dépense de . . . . . 380 000 f

et avec les filtres, précédés de dégrossisseurs, une dépense de . . . . . 130 000 f

Soit une économie de . . . . . 250 000 f

A l'égard des frais d'entretien, ils seront forcément réduits dans la proportion de la surface, soit de 4 à 1. Si on dépense annuellement 40 000 f dans le cas ordinaire, on ne dépensera que 10 000 dans le nôtre.

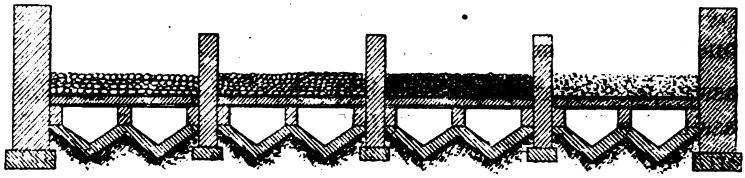
Il reste à expliquer les causes de l'énorme débit de nos dégrossisseurs et de la grande épuration qu'ils procurent.

Pourquoi atteignons-nous ce chiffre de 30 à 40 m^3 par mètre

carré et par vingt-quatre heures, alors que le maximum de débit des filtres à sable fin est de 6 m^3?

La double figure que voici fera toucher du doigt les raisons de cette différence.

Filtre Puech



Filtre classique

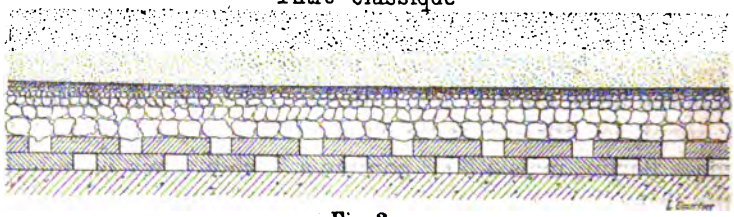


Fig.3

Dans les filtres classiques, tels qu'ils sont constitués, la seule partie qui travaille dans toute cette masse de matériaux, empilés les uns sur les autres, est la surface de la couche supérieure. — Sur 1,40 *m* d'épaisseur, 2 ou 3 *cm* à peine sont actifs. Les 99/100 restent inertes. Et il ne saurait en être autrement, puisque la couche la plus fine est la première à recevoir l'eau, et, par conséquent à retenir les matières, toutes indistinctement les grosses et les petites, au fur et à mesure de leur passage.

Il est du reste de toute rigueur qu'il en soit ainsi, car si les dépôts venaient à traverser le sable et à pénétrer les dessous, on se verrait contraint, au bout de très peu de temps, par le fait de cette infection générale, de défaire tout l'ouvrage, et vous voyez d'ici quel travail ce serait d'enlever pêle-mêle sur une profondeur de 1,40 *m* le sable, les graviers, les cailloux gros et petits, les briques, d'aller laver ou brosser le tout, de le classer à nouveau, et de le remettre en place.

Chaque mètre carré de filtre fournirait 1,5 m^3 de matériaux. Outre la grosse addition, la chose serait impraticable, vu l'encombrement qui en résulterait.

Nos dégrossisseurs, au contraire, sont disposés pour que les dépôts puissent impunément arriver jusqu'au fond de chaque couche. De cette façon, ce n'est pas seulement la surface qui

opère, mais la couche tout entière. Le plus petit élément constitue une partie active dans l'épuration. Chaque interstice entre les graviers retient un détritus, emmagasine un objet. Si l'on fait passer l'eau dans trois compartiments, c'est une série de couches de 0,20 *m* chacune, soit au total, une couche de 0,80 *m* qui a graduellement écumé l'eau. Car notre dégrossisseur représente bien une infinité d'écumoires superposées.

On comprendra donc qu'à surface égale on ait plus de résultat avec 800 *mm* qu'avec 30.

Telle est la différence des moyens d'action entre les deux procédés.

Mais cette différence serait encore plus saisissante si, poussant jusqu'au bout notre principe, nous mettions en valeur toutes les parties qui composent le filtre à sable ordinaire.

Supposons par exemple que nous trouvions dans toute l'épaisseur de la couche de ce filtre à sable, sept dimensions différentes de pierres, graviers ou sable. Nous classerions ces divers éléments par grosseurs régulières. Puis nous les juxtaposerions dans sept compartiments séparés.

L'eau passant successivement dans ces 7 filtres, se débarrasserait progressivement des matières en suspension par ordre de grosseur. Ces matières parcourraient une série de sept chicanes verticales qui auraient un développement de 1,40 *m* ou 1 400 *mm*.

On pourrait établir le parallèle suivant entre les filtres à sable classiques et nos dégrossisseurs.

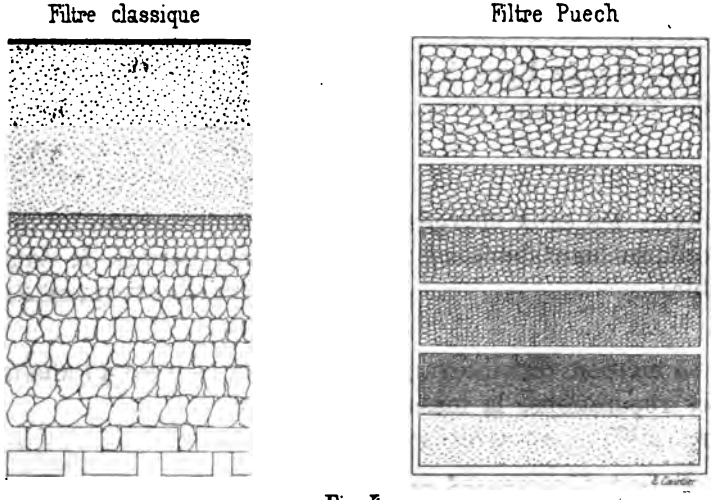


Fig. 4.

Filtres classiques.	Filtres « Puech ».
1° Les diverses couches sont superposées dans la même masse;	1° Elles sont juxtaposées par compartiments;
2° Elles sont grossièrement classées et ne sont pas séparées, mais se pénètrent l'une l'autre;	2° Elles sont bien calibrées, homogènes, indépendantes l'une de l'autre;
3° Elles n'ont d'autre objet que de se servir entre elles de support;	3° Chacune remplit son rôle épurateur;
4° La filtration s'opère seulement à la surface;	4° Ici dans toute la masse;
5° Une mince couche de sable retient, une fois pour toutes, la totalité des matières en suspension dans l'eau, indistinctement grosses et petites, pêle-mêle;	5° Ici chaque couche est méthodiquement disposée, la dimension des diverses mailles étant proportionnée à la dimension des matières à retenir. Les matières résiduaires sont sélectionnées;
6° Les 99 centièmes de la masse sont inertes;	6° Le plus petit élément travaille, constitue une partie active, concourt au but final;
7° La filtration s'opère suivant une simple ligne horizontale d'une longueur de...	7° La filtration suit une infinité de plans vèrticaux, fournissant un développement de lignes infiniment plus grand;
8° Avec des eaux chargées le fonctionnement devient impossible;	8° On débarrasse facilement des eaux vannes de tous les objets qu'elles tiennent en suspension;
9° Au moment du nettoyage ou des réparations, la masse entière du filtre est arrêtée;	9° Ici ce n'est qu'une petite fraction;
10° Il faut d'immenses espaces;	10° L'espace est 4 à 5 fois plus restreint;

Filtres classiques.	Filtres « Puech ».
11° En cas de renards, il faut bouleverser la masse tout entière pour en rechercher les causes et pour réparer;	11° Ici tout est découvert. Les dessous se démontent par petites fractions et sont tout à fait accessibles;
12° La profondeur des couches est de 1,50 *m*, leur nettoyage sur place est impossible.	12° Ici elle n'est que de 0,20 *m*. Le brassage des couches est facile.

Beaucoup d'Ingénieurs et d'Hygiénistes ont parfaitement admis que, puisque nous faisions passer l'eau à travers de larges mailles, nous pussions obtenir un gros débit, mais ils se sont montrés moins confiants dans l'épuration. Les microbes, disaient-ils, traversent le sable fin, même les bougies Chamberlain! Comment seraient-ils retenus par de simples graviers?

Nous n'avions, pour toute réponse, que le résultat des analyses.

Heureusement, des savants qui ont bien voulu s'intéresser à nos études, nous ont donné la raison du phénomène. La voici :

Les mailles des graviers peuvent retenir les microbes parce qu'ils retiennent les détritus qui servent de véhicule à ces microbes.

L'argument a été trouvé plausible. Mais, a-t-on repris, ces microbes ainsi retenus ne vont-ils pas coloniser dans ce milieu tous les jours plus chargé de matière organique propre à les nourrir, ces microbes ne vont-ils pas empoisonner l'appareil qui, à son tour, empoisonnera l'eau?

Nous avons répondu que des analyses avaient été faites à des années de distance sur les eaux de notre usine, avant et après la sortie de nos dégrossisseurs, et que l'élimination des microbes s'était toujours tenue dans des proportions considérables, comme il a été dit plus haut. Mais les savants ont encore levé l'objection. Ils ont dit : la membrane n'est, en somme, qu'une accumulation de microbes. Infecte-t-elle l'eau? Non, puisqu'elle est la condition, *sine quà non* d'une bonne filtration. Vos couches de dégrossisseurs sont dans le même cas. C'est parce que l'eau traverse constamment la couche de gravier comme elle traverse la membrane des bassins à sable que tout danger est conjuré.

Par tout ce qui précède, nous croyons avoir démontré les grands services que notre système offre aux filtres à sable pour eau potable.

Mais en tant qu'appareils préliminaires, ils peuvent aussi bien s'appliquer à toute sorte de filtres finisseurs, que ces filtres finisseurs soient mécaniques, physiques ou chimiques, qu'ils soient au charbon ou à l'ozone, à l'oxyde de fer ou au peroxyde de chlore. Par conséquent les « Dégrossisseurs Puech », loin d'être les ennemis d'aucun système définitif, sont leur aide et leur préparateur indispensable pour arriver à un travail parfait.

En somme, nos dégrossisseurs réalisent par les moyens les plus élémentaires un ensemble de conditions qui permettent d'obtenir, avec une constance absolue, un résultat déterminé :

La filtration industrielle des grandes masses d'eau.

VISITE

A LA

NOUVELLE USINE CLÉMENT

Sur l'aimable invitation de notre Collègue M. J. Simonet, Ingénieur des Ateliers Clément, une cinquantaine de Membres de la Société se sont rendus, le samedi 17 mars, à la nouvelle usine que M. Clément vient d'édifier à Levallois.

C'est vers 1880 que M. Clément créa, rue Brunel, l'industrie de la fabrication du cycle. Les ateliers étant devenus insuffisants, il décida, en 1897, de construire l'établissement dont nous avons pu, sous la conduite des Ingénieurs des différents services, admirer l'aménagement et l'outillage très perfectionné.

L'usine occupe une superficie de 20 000 *m*. Un hall d'un seul tenant, de 12 000 *m*, est réservé aux machines-outils. Autour de ce hall court une piste d'essai de 600 *m* de développement. Enfin, sur le quai Michelet, et extérieurement à cette piste, sont les bâtiments d'administration, les machines, les chaudières, les appareils pour la production du gaz pauvre, la menuiserie, les forges, les laboratoires, les magasins et les communs.

Force motrice.

Nous ne dirons que quelques mots sur la production et le transport de la force motrice, afin de nous étendre davantage sur les machines nouvelles dont M. Clément a doté son usine.

Force motrice. — La commande des machines-outils se fait électriquement, et la force est fournie par une machine à vapeur actionnant une dynamo-volant.

La machine à vapeur, genre Corliss, est de 300 *ch*. La commande des tiroirs s'obtient à l'aide de bielles hydrostatiques. Un robinet spécial permet de passer presque instantanément, et sans arrêt, de la marche à condensation à la marche à air libre. La vitesse de régime est de 125 tours par minute.

La dynamo volant est du type Pieper, à 12 pôles. Son poids est de 24 *t*. Elle peut fournir 300 kilowatts sous 125 volts.

Deux chaudières, système Lagosse, produisent chacune 2 000 *kg* de vapeur à l'heure, et une troisième chaudière du même type produit 1 000 *kg*.

La nature du sol n'ayant pas permis d'élever une cheminée en briques, on a disposé un accélérateur Prat, actionné par une dynamo. Cet accélérateur absorbe à pleine charge de 75 à 80 *ch* sous 120 volts, et la dépression obtenue est de 25 *mm* d'eau.

Le charbon nécessaire aux besoins de l'usine est emmagasiné dans de vastes soutes en béton armé établies sous la piste qui entoure l'usine. Avec ces soutes communiquent des galeries qui s'entre-croisent, et dans lesquelles sont placées toutes les canalisations ; électriques, à vapeur, à eau, à air comprimé, etc. De cette manière, les réparations sont faciles et dégagent les ateliers.

Le gaz nécessaire au brasage et aux étuves d'émaillage est fourni par un gazogène système Fichet et Heurtey.

Transport de force. — Le courant fourni par la dynamo est envoyé dans les ateliers en passant par le tableau de distribution de la salle des machines. A ce tableau sont attachés les dix-huit câbles souterrains qui répartissent la force et l'éclairage dans toute l'usine.

Les dynamos réceptrices sont du système Gramme, à courant continu. Chaque dynamo commande une ligne de transmission. Le tableau de distribution spécial à chaque dynamo porte les appareils de mesure et de contrôle.

Atelier des cycles.

Cet atelier comprend : 60 tours parallèles, 40 tours à décolleter à revolver, 20 fraiseuses, 30 perceuses, 50 machines diverses.

Parmi les machines à percer, nous signalerons celles qui, à l'aide de forets multiples avec joints de Cardan, permettent de percer à la fois jusqu'à 22 trous disposés de n'importe quelle facon, dans n'importe quelle pièce.

Les machines à aléser, presque toutes à marche automatique, sont à plusieurs outils verticaux ou horizontaux.

Quant aux tours à décolleter, 12 sont absolument automatiques et semblables ; ils peuvent faire des pièces de grande série depuis 15 jusqu'à 50 *mm* de diamètre.

Le perçage des jantes est assuré par une batterie de machines automatiques.

De même, des machines spéciales taraudent les rayons des roues. La filière est remplacée pard eux plaques d'acier animées d'un mouvement de va et vient en sens inverse; sur ces plaques sont tracées des lignes parallèles inclinées de haut en bas sur l'une, et de bas en haut sur l'autre. Le rayon est placé entre les deux plaques, de façon à être roulé ainsi qu'un bâton entre les deux mains. Le filetage se fait donc par compression et par refoulement. Une ouvrière taraude de 6 000 à 8 000 rayons dans une journée.

Atelier des automobiles.

Tandis que l'outillage pour la fabrication des cycles provient en grande partie des anciens ateliers et date de plusieurs années, la série de machines pour la fabrication des automobiles est nouvelle, et plus particulièrement intéressante. Elle comprend : 150 tours parallèles, 40 tours à décolleter à revolver, 30 fraiseuses, 30 perceuses, 50 machines diverses. Ces machines sont placées sur quatre lignes principales de transmission actionnées chacune par une dynamo de 25 *ch.*

Les tours parallèles ont pour la plupart un arrêt automatique, un dispositif pour tourner cône, et l'arbre de la poupée percé.

Les tours à décolleter sont échelonnés par tailles et peuvent décolleter depuis 80 *mm* jusqu'aux plus petites dimensions. Les plus grands ont un mouvement automatique d'avance et d'arrêt de l'outil. Trois d'entre eux ont un dispositif spécial pour l'arrêt automatique de chacun des outils individuellement. L'avance de la barre à décolleter est également automatique. La disposition spéciale du chariot porte-outils permet de décolleter des pièces de très grands diamètres, tout en prenant des passes très fortes, l'outil étant bien assis et n'étant pas placé en porte-à-faux comme dans les tours à revolver ordinaires.

Plusieurs des machines à fraiser sont universelles, du type Brown et Sharpe; d'autres sont mi-universelles avec des montages quadruples, pour le fraisage à quatre outils à la fois. La plupart ont l'avance et l'arrêt de l'outil automatiques. L'une d'elles est munie d'un dispositif pour fraiser à cheval. Il y a aussi une machine automatique pour le fraisage des rainures de clavettes.

A côté des machines à tailler les engrenages, de Brown et Sharpe, sur lesquelles on monte couramment des séries de douze

roues de chaîne d'automobile au pas de 30 *mm*, il y a une batterie de 5 machines spéciales, type Fellows, qui taillent les engrenages aussi bien intérieurs qu'extérieurs, d'après un principe absolument nouveau : la dent est mortaisée par le mouvement alternatif de bas en haut d'un outil circulaire, combiné avec un mouvement rotatif en sens inverse de celui dont est animée la roue à tailler; la vitesse circonférentielle est la même, de façon que la dent est formée par son engrènement avec les dents de l'outil.

Ces cinq machines peuvent tailler des roues jusqu'à 80 *cm* de diamètre, et comme la course de l'outil est réglable, elles peuvent tailler plusieurs roues superposées, sur une hauteur totale de 120 *mm*. Elles sont conduites par un homme et un aide.

Le pas diamétral (ou module) et le tracé par développante étant seuls employés dans l'usine on peut, avec le même couteau, tailler toutes les roues de même pas, quel que soit le nombre de dents. Avec le travail à la fraise, au contraire, il faut employer au moins 8 fraises par module, une fraise ne taillant que les engrenages de 12 à 13 dents, 14 à 16, 17 à 20, etc. Les nouvelles machines réalisent donc une grande économie dans l'outillage et une plus grande précision dans le travail. La dent taillée est forcément exacte, puisque c'est l'outil qui trace la dent en s'enroulant.

L'achèvement des travaux de précision se fait entièrement sur les machines à rectifier, aussi bien pour les pièces trempées que pour celles qui ne le sont pas : le rodage des cylindres, des robinets, etc., est remplacé par une rectification à la meule. Cinq machines type Brown et Sharpe sont affectées à ce travail.

Les machines à percer sont rangées par batteries de tailles différentes. Les plus grosses peuvent percer jusqu'à 50 *mm* de diamètre. Vingt d'entre elles sont à avance et à déclenchement automatiques. Toutes ces machines, disposées pour le travail en série, sont d'un accès facile pour le même ouvrier.

Aussi bien pour les machines à percer que pour les machines à fraiser, un ouvrier conduit généralement 3 ou 4 machines, sauf naturellement pour les petits trous et les petites pièces.

L'alésage des cylindres se fait sur des machines verticales du type de machines à percer.

Les machines à raboter ont un dispositif particulier permettant de régler la course sans arrêter la machine.

La commande de la crémaillère de la table se fait par une

roue d'un très grand diamètre, ce qui donne un mouvement très doux et évite, par suite, le bruit habituel aux machines de ce genre.

Les étaux limeurs ont également une course réglable pendant leur marche, avec mouvement de descente automatique. Les équerres chariots peuvent être inclinées pour raboter sous n'importe quel angle.

Les machines à tarauder ont un mouvement de déclenchement automatique de la filière, évitant le retour de celle-ci sur la pièce déjà taraudée.

Le travail de tronçonnage des barres se fait sur des machines spéciales, où la vitesse circonférentielle de la matière est constante; cette vitesse est réglée au moyen de deux plateaux et d'un galet d'entraînement.

Atelier d'outillage.

Cet atelier est établi dans un local séparé et comprend :

1° Les outils, rangés sur des plans inclinés, où on les voit d'un coup d'œil; les tours de précision pouvant faire les vis micrométriques; des machines à rectifier les surfaces cylindriques et les surfaces planes;

2° Tout un atelier de fabrication : tours, perceuses, raboteuses, étaux limeurs, mortaiseuses, aléseuses, etc. C'est là que sont exécutés et essayés les montages de fabrication, préalablement étudiés au bureau de dessin.

Avant d'être fixés sur les châssis de voiturettes, les moteurs sont essayés dans un laboratoire spécial où sont consignées toutes les observations de force, consommation, etc. Au préalable, tous les cylindres, pistons, boîtes d'explosion, sont éprouvés à la pression dès leur arrivée de la fonderie, et au fur et à mesure de leur avancement de fabrication, pour s'assurer des porosités et des soufflures.

Ateliers divers.

Un atelier de carrosserie est en montage; il comprendra des toupies, des scies à ruban et circulaires, et toute une série de machines spéciales à faire les jantes en bois.

L'atelier de peinture et celui de vernissage, maintenus à une température constante, viennent d'être terminés.

L'atelier d'émaillage se compose de six étuves à gaz, où l'on maintient pendant l'opération une température de 170 à 180°. Au-dessus de ces fours se trouve une cheminée d'appel pour enlever les gaz dégagés au moment du séchage du vernis. Toutes les bicyclettes sont émaillées au four.

L'atelier de polissage est muni d'un ventilateur Farcot qui aspire toutes les poussières par un appel d'air placé devant chaque meule.

Les six cuves à nickeler, contenant chacune 3 000 *l* d'eau, sont rangées de chaque côté de l'atelier et munies des appareils de mesure électrique nécessaires. Les cuves de nettoyage sont chauffées à la vapeur et placées sous une grande cheminée d'appel.

Tous les fours à braser sont groupés et placés sous une hotte, munie de cheminées d'appel et placée perpendiculairement aux établis : de sorte que chaque rangée d'ouvriers monteurs a en face d'elle les deux ou trois forges qui les alimentent.

Pour enlever les excès de brasure et la crasse produite par l'opération du brasage, on emploie des jets de sable. Un compresseur refoule l'air à 2 *kg* de pression dans une cloche qui entraîne le sable par une sorte de Giffard. Ce sable, violemment projeté par un courant d'air sur les pièces à nettoyer, fait en quelques minutes le travail de plusieurs heures.

Les ouvriers sableurs ont la tête prise dans une sorte de casque rappelant celui des scaphandres. Le joint est fait sur le corps de l'ouvrier par un appareil pneumatique, et l'air respirable est envoyé au moyen d'une pompe. La chambre de sablage est également mise en communication avec l'aspirateur du polissage.

Dans un bâtiment spécial sont installés les forges et les fours à recuire, à tremper et à cémenter. Ces derniers sont munis de dispositifs spéciaux pour la trempe, cette question de cémentation et de trempe étant particulièrement importante dans la fabrication des roulements à billes.

Dans le même hall se trouvent une série de machines à emboutir, à découper, à cintrer, etc., ainsi qu'une machine à rétreindre créée dans l'usine. Cette machine est basée sur la rotation de deux galets cônes sur un tambour muni de bossages; quand les galets correspondent aux parties creuses, ils s'écartent; quand ils correspondent aux parties pleines, ils se rapprochent. Comme il y a une vingtaine de bossages et que l'appareil fait plusieurs centaines de tours par minute, les galets

donnent de 1 200 à 1 500 tours à la minute. Par conséquent, la pièce placée entre eux reçoit cette même quantité de coups, et l'on peut donner toute forme aux tubes à rétreindre.

L'atelier de fonderie est à Mézières. C'est là également qu'on fabrique les billes et les rayons.

Tel est, dans son ensemble, le nouvel établissement de M. Clément. Il occupe 1 000 ouvriers, et la production journalière est de 120 à 150 bicyclettes, 10 à 15 motocycles, 5 à 8 voiturettes. Nous devons à notre Collègue M. J. Simonet les renseignements qui précèdent sur les belles machines-outils que nous y avons admirées.

En terminant, signalons un curieux musée de cycles où figurent tous les instruments de locomotion de ce genre, depuis la draisienne jusqu'à la bicyclette moderne.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

NOTE

SUR LES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS

PERMETTANT DE COMBATTRE

L'INFLAMMABILITÉ DES MATÉRIAUX ET DÉCORS

EMPLOYÉS DANS LES THÉATRES

PAR

M. Ch. GIRARD

DIRECTEUR DU LABORATOIRE MUNICIPAL DE CHIMIE

Parmi toutes les mesures utiles proposées pour assurer la sécurité du public dans les théâtres ou établissements analogues, la plus nécessaire, la plus urgente, est de priver le feu de toute espèce d'aliment, en recourant à l'incombustibilité des matériaux employés dans la construction des salles de spectacle, surtout en ce qui concerne la scène proprement dite, dans laquelle les charpentes des dessous, planchers, grils, ponts, treuils, etc., sont exclusivement en bois. A tous ces matériaux d'autant plus combustibles, qu'ils datent le plus souvent de la construction de l'édifice et sont, par suite, dans un état de dessiccation des plus favorables à la propagation instantanée d'un incendie, viennent s'ajouter les nombreux décors, dont les scènes de théâtres à répertoire varié sont généralement encombrées.

L'incombustibilité de la scène et de son matériel n'est évidemment pas la seule mesure de précaution indispensable à la sécurité du public et du personnel d'un théâtre, mais c'est assurément la plus importante et la plus indispensable; on peut l'obtenir en employant des matériaux incombustibles par nature, tels que les agglomérés à base de plâtre et d'amiante, les pièces métalliques dont on pourra diminuer la sonorité et augmenter la résistance en les recouvrant de plâtre, de ciment ou d'un enduit composé de plâtre et d'amiante et en faisant usage de décors sur toile d'amiante.

A défaut de cette mesure de précaution capitale, mais assez difficilement réalisable, du moins en totalité, il est du devoir de

l'Administration, lorsqu'elle se trouve en présence d'une reconstruction de théâtre, d'exiger l'emploi exclusif de matériaux rigoureusement ininflammables.

Ininflammabilité.

L'incombustibilité du bois et en général de toutes les matières organiques, c'est-à-dire leur complète conservation sous l'influence d'une forte chaleur, n'est pas réalisable, pas plus, du reste, que pour le zinc et même pour le fer dont la combustion n'est qu'une question de température, mais on peut assurer l'ininflammabilité et localiser ainsi la destruction du bois et des tissus aux points directement exposés à l'action de la chaleur.

C'est à Gay-Lussac que revient l'honneur d'avoir fait connaître, dès l'année 1821, les principaux éléments nécessaires à l'ininflammabilisation des tissus, qui a été ensuite appliquée aux bois et autres matières inflammables. Gay-Lussac définit ainsi le tissu incombustible : « nous entendons ici par tissus incombustibles » non les tissus qui seraient à l'abri de toute altération par le » feu, mais ceux qui, par leur nature particulière ou par des » préparations convenables, prennent feu difficilement, ne brû- » lent pas avec flamme, s'éteignent d'eux-mêmes et ne peuvent » propager la combustion. » (*Annales de Chimie et de Physique*, tome VIII, année 1821.)

Pour qu'un tissu soit réellement ininflammable, il est essentiel qu'il satisfasse aux deux conditions indiquées également par Gay-Lussac :

1° Pendant toute la durée de l'action de la chaleur, le tissu doit avoir ses filaments garantis du contact de l'air qui en déterminerait la combustion;

2° Les gaz combustibles que l'action de la chaleur en dégage, doivent être mélangés en assez forte proportion avec d'autres gaz difficilement combustibles, de façon que la destruction du tissu par la chaleur se réduise à une simple calcination.

La première condition peut être réalisée en imbibant les tissus d'une substance très fusible, qui, sous l'action des premières atteintes de la chaleur enveloppera toute la surface des fibres d'un enduit plus ou moins vitreux incapable de s'effriter sous l'effet prolongé d'une température plus élevée et, par suite, isolera complètement la fibre du contact de l'air.

Parmi les substances qui satisfont à cette condition et ne s'altèrent ni par un excès de sécheresse ou d'humidité, je citerai l'acide borique, les borates alcalins, les phosphates et les tungstates alcalins.

On réalise la seconde condition en employant des produits volatils non combustibles produisant simultanément les deux effets suivants : d'une part la vaporisation, c'est-à-dire la transformation de la matière solide en produits gazéiformes qui absorbera une grande quantité de chaleur, et le calorique ainsi neutralisé sera sans action sur le tissu; d'autre part, les vapeurs produites et les gaz résultant de leur décomposition se mélangeant aux gaz produits par l'incinération des tissus, donneront un mélange ininflammable.

Les sels ammoniacaux employés dans le plus grand nombre des mélanges ignifuges satisfont à cette condition; ils jouissent de la propriété d'être volatils ou décomposables en produits volatils; ils ne sont pas combustibles par eux-mêmes, la chaleur les décompose en donnant, suivant le sel employé, un mélange incombustible d'azote et de vapeur d'eau, en même temps que des produits doués de la propriété d'éteindre les corps en ignition *(acides carbonique, chlorhydrique, sulfureux, etc)*.

Indépendamment des conditions propres à assurer l'ininflammabilité, les préparations doivent encore satisfaire à un certain nombre de conditions pratiques sans lesquelles leur emploi ne pourrait pas être généralisé pour le service des théâtres; ces conditions sont les suivantes :

1° La substance ou le mélange des substances doit être à bas prix et d'une application facile;

2° Elle ne doit altérer ni les tissus, ni les couleurs qui les recouvrent en les imprégnant;

3° Elle ne doit être ni vénéneuse, ni corrosive;

4° Elle ne doit s'altérer ni par le temps, ni par un excès d'humidité de l'air, ni par un excès de dessiccation;

5° Elle doit adhérer parfaitement au bois ou au tissu, de manière à ne pouvoir s'en détacher sous l'action prolongée des frottements et des enroulements nécessités par le service des théâtres.

Quoique Gay-Lussac ait indiqué, dès 1821, les principes de l'ininflammabilité ainsi que les principales substances ignifuges à employer pour arriver à ce résultat, et malgré le prix offert par la Société d'Encouragement en 1829 et renouvelé en 1875 à l'auteur d'un procédé pratique rendant ininflammables les tissus et

les bois, ce n'est qu'en juillet 1880, sur le rapport de M. Troost, que le Conseil de la Société d'Encouragement accordait à M. Martin une somme de 1 000 *f* pour ses mélanges ignifuges de sulfate, chlorhydrate, carbonate d'ammoniaque, acide borique et borax.

Actuellement, ces mélanges prêts à être employés se trouvent couramment dans le commerce et peuvent servir à ignifuger rapidement les tissus ou étoffes légères; on trouve même facilement des toiles à décors rendues ininflammables par immersion dans des bains composés de sulfate d'ammoniaque, acide borique et borax, et sur lesquelles le peintre-décorateur n'a plus qu'à appliquer ses couleurs.

En ce qui concerne l'ignifugeage des bois, la question mérite un plus grand développement, car les difficultés sont plus grandes et le résultat à obtenir dépend uniquement du mode d'emploi de ces substances.

Avant de résumer les différents procédés actuellement connus, il me semble utile de donner quelques détails sur la composition chimique du bois.

Le bois est formé principalement par la cellulose et par la matière incrustante qui soude les fibres entre elles.

Cette dernière matière est elle-même composée de *lignose*, de *lignone* accompagnées d'autres corps solides tels que la *pectose*, la *cutose*, le *subérine* et de substances minérales telles que l'acide phosphorique, l'acide silicique, la chaux, la magnésie, la potasse, la soude, etc.

Lorsque le bois est incomplètement sec, la partie liquide ou *sève* se compose d'une quantité importante d'eau qui tient en dissolution : 1° un nombre considérable de substances albuminoïdes et azotées dont la composition est peu connue ; 2° des subtances minérales à l'état de sels solubles ; 3° des substances solides d'aspect colloïdal ou graisseux tenues en suspension dans le liquide.

Par la dessiccation et l'oxydation à l'air, les substances contenues dans la *sève* et les matières agglomérantes se transforment en substances inertes, mais n'en conservent pas moins la propriété de distiller sous l'influence d'une température élevée, en produisant des gaz éminemment combustibles qui s'enflamment avec la plus grande facilité au contact de l'air, en propageant le feu de proche en proche, la combustion ne l'arrêtera que lorsque la masse tout entière du bois, quelle qu'en soit l'étendue se trouvera réduite en cendres.

L'ininflammabilisation des bois peut être obtenue de deux façons différentes :

1° Par injections de dissolutions salines ;

2° Par application d'enduits extérieurs.

Les principaux procédés par injections actuellement connus sont au nombre de deux. Le premier consiste à enlever au bois, ses résines, ses produits de distillation qu'il contient dans toute sa masse, à l'aide de la vapeur d'eau sous pression, et à substituer ensuite à ces matières inflammables, des solutions ignifuges généralement composées de phosphate ou sulfate d'ammoniaque, d'acide borique ou d'un borate alcalin. Ces solutions salines pénétrant dans toute l'épaisseur du bois, sont absorbées par toutes ces fibres en constituant pour chacune d'elles une double mesure de protection conforme à la théorie de Gay-Lussac exposée plus haut.

J'ai eu personnellement et à plusieurs reprises l'occasion de constater la réelle qualité des bois injectés, du reste, leur emploi tend de plus en plus à se généraliser dans la Marine et dans la construction des bâtiments de pyrotechnie militaire.

Le deuxième procédé est basé sur l'action d'un courant électrique passant dans le bois à traiter pour permettre les phénomènes d'osmose entre la sève et le liquide du bain dans lequel le bois est plongé. Les bois ainsi obtenus donnent de bons résultats au point de vue ininflammabilité, mais la trop grande quantité de sels absorbés (environ 28 0/0) augmente la densité du bois traité dans de fortes proportions, ainsi que les difficultés du travail.

Ininflammabilité des bois par application d'enduits superficiels.

Ces enduits sont de compositions différentes, ils peuvent être appliqués :

1° Par immersion ou imbibition ;

2° Par application de couches successives à l'aide du pinceau.

La solution ignifuge la plus recommandable pour le procédé par immersion ou imbibition est la suivante :

Phosphate d'ammoniaque.	100 *g*
Acide borique.	10
Eau	1 000

On peut encore employer la formule suivante, mais qui donne des résultats un peu moins bons :

Sulfate d'ammoniaque	135 *g*
Borate de soude	15
Acide borique	5
Eau	1 000

Dans le cas où l'application serait faite par imbibition, deux couches au minimum sont nécessaires.

L'application d'enduits ignifuges par couches successives comprend un grand nombre de formules, les meilleures sont les suivantes :

Formule A.	Silicate de soude liquide	100 *g*	
	Blanc de Meudon	50	
	Colle de peau	100	
	(enduire à chaud)		
Formule B.	1re application	Sulfate d'alumine	20 *g*
		Eau	1 000
	2e application	Silicate de soude liquide .	50
		Eau	1 000
	les 2 enduits doivent être appliqués successivement et à chaud.		
Formule C.	Silicate de soude solide	35 *g*	
	Amiante	35	
	Eau	100	
Formule D.	Amiante	35 *g*	
	Eau	100	
	Borate de soude	20	
	Gomme laque	quantité suffisante	

Cette dernière préparation est en outre susceptible de s'appliquer à l'envers des décors déjà peints, en constituant un enduit analogue sinon meilleur, au marouflage à l'aide d'un papier incombustible à base d'amiante.

D'autres enduits pour bois, tels que la peinture à l'asbeste et le mélange de plâtre et d'amiante donnent également de bons résultats.

Enfin, depuis peu de temps, on trouve dans le commerce des peintures à l'huile rendues ininflammables par l'addition de phosphate d'ammoniaque et de borax incorporés à la masse sous forme de poudres impalpables.

Ces derniers procédés d'ignifugeage, qui selon moi ne doivent s'appliquer qu'aux bois travaillés et posés, constituent évidemment une mesure de précaution recommandable, car ils préservent les bois exposés à un foyer incendiaire limité et passager, ou tout au moins retardent leur inflammabilité en permettant l'arrivée des secours, mais il ne faut pas perdre de vue que la résistance au feu de ces enduits n'est que momentanée et ne saurait constituer une mesure de sécurité absolue, surtout pour les pièces de bois d'un certain volume.

Conclusions.

A mon avis, tout théâtre nouveau devrait être construit en matériaux incombustibles; à défaut de ces matériaux, il est indispensable d'empêcher à tout prix la propagation de l'incendie, en prenant des précautions spéciales n'exigeant pas, au moment critique, l'intervention toujours incertaine d'employés dont on ne peut toujours garantir la présence d'esprit et le sang-froid nécessaires à l'exécution d'une consigne. Ce résultat peut être facilement atteint aujourd'hui par l'ininflammabilisation complète de toute la scène, de ses dépendances, du matériel scénique et de toutes les moulures dans lesquelles passent les conducteurs électriques.

Parmi les nombreuses préparations, dont il vient d'être parlé ci-dessus, je n'hésite pas à donner la préférence aux bois injectés comme présentant une sécurité beaucoup plus certaine que les bois ignifugés à leur surface. A défaut des bois injectés, je recommande l'application de deux couches de la solution de phosphate d'ammoniaque et d'acide borique, en ayant soin de recouvrir ensuite le bois d'un enduit à base d'amiante.

Quand aux rideaux, tentures, toiles et décors, leur ininflammabilité absolue est actuellement facile à réaliser à l'aide du mélange d'acide borique, borax et sulfate d'ammoniaque; il suffirait de s'assurer périodiquement par une inspection vigilante et sévère de la bonne conservation de cet ignifuge et de la réelle ininflammabilité des décors neufs pour lesquels l'emploi de toiles ignifugées avant l'application de la peinture serait seul autorisé.

NOTE NÉCROLOGIQUE

SUR

M. Ernest VLASTO

Ernest Vlasto, décédé le 26 mars 1900, était né le 2 janvier 1848 à Jassy (Roumanie), d'un père de nationalité hellénique. Envoyé à Paris, il fait de fortes études au lycée Henri IV. Il entre à l'École Centrale en 1868. Survient la guerre Franco-Allemande, Ernest Vlasto n'hésite pas à servir sa patrie d'adoption ; il assiste, comme lieutenant d'artillerie, aux batailles de Coulmiers et de Beaune-la-Rolande, sous les ordres du général d'Aurelles de Paladine. Sous Chanzy, sauvant au moins l'honneur de la France, il prend part à la retraite pénible et à la bataille du Mans.

L'École centrale ouvre ses portes aussitôt après l'armistice ; mais, peu de temps après, la Commune l'oblige à renvoyer ses élèves. Grâce à sa nationalité étrangère, Vlasto peut rester dans Paris à la fin de cette tragique année 1871, il sort enfin de l'École avec son diplôme d'Ingénieur.

C'est dans la Lorraine perdue que le jeune Ingénieur commence sa carrière, à Hayange, chez M. de Wendel, où, pendant dix-huit mois, il s'initie à la métallurgie. Puis il travaille aux chemins de fer roumains ; plus tard, à la construction de nouveaux quartiers et minoteries à Constantinople. Il revient en France, collabore, à l'Exposition de 1878, à la construction du palais du Trocadéro.

Peu après, il part, pour le compte d'une société française, étudier et exploiter une mine d'or dans le Haut-Amazone, au Brésil. Dans un premier voyage il tombe gravement malade des fièvres, il guérit ; en revenant d'une deuxième exploration, il est épuisé, une grave pneumonie le frappe ; mais sa robuste constitution le sauve encore une fois. Il devient ensuite administrateur délégué de la Société Centrale de Produits Chimiques ; il invente de nombreux appareils de laboratoire.

Ayant acquis sa grande naturalisation, il devint Français de fait, comme il l'était déjà par le cœur.

Membre de la Société des Ingénieurs civils de France depuis

1873, il publie en 1886, dans les bulletins, une étude remarquée sur l'ouvrage de M. Berthelot, *les Origines de l'Alchimie*.

D'une activité infatigable, il devient administrateur de la Société des Téléphones et est charge en 1889, comme commissaire général adjoint, de l'installation de la section hellénique à l'Exposition Universelle. Cette même année, la Société des Téléphones étant privée de l'exploitation des réseaux téléphoniques qu'elle avait installés en France, Ernest Vlasto fait construire, en l'usine de Bezons, le câble de la Martinique à la Guadeloupe ; ce câble, long de 100 milles marins fut confectionné et armé à Bezons, transporté en chaland au Havre, de là par bateau allemand à Halifax, enfin il fut posé par le *Pouyer-Quertier*. Ce fut le premier câble construit entièrement en France.

En mai 1890, Ernest Vlasto crée l'usine de Calais, chargée spécialement de l'armement des câbles. Au moment même où elle achetait les terrains, la Société acceptait une commande de 8 millions de francs de câbles sous-marins (réseaux Cayenne-Brésil et Martinique-Cayenne) à livrer moitié en mai et moitié en juin 1891. En huit mois (mai-décembre) la coquette usine était en pleine fabrication et livrait la commande à date fixe.

Au sujet de l'installation de cette industrie, voici ce qu'en disait M. Max de Nansouty, dans le *Génie Civil* de 1891. « Au point de vue de l'organisation technique, de l'installation des machines spéciales, tenues secrètes en Angleterre, qu'il a fallu en quelque sorte imaginer et créer de toutes pièces, l'honneur de cette belle organisation revient à M. Vlasto, qui s'est acquitté avec un rare mérite de cette tâche patriotique et utilitaire.

Ernest Vlasto, grâce à son activité vraiment extraordinaire, put s'occuper à la fois de la Société Centrale de Produits Chimiques, de l'usine de Bezons et de celle de Calais, ce qui parfois l'obligeait à deux et trois voyages hebdomadaires ; entre temps il trouvait le moyen de remplir ses fonctions de professeur à l'Association Polytechnique et de traduire de l'Allemand le *Traité pratique de Chimie métallurgique* du baron Hanns Jüptner, de Jonstorff (Gauthier-Villars 1891) ».

En 1892, il fut frappé des premières atteintes du mal qui devait l'emporter, en procédant à la pose du câble sous-marin de Marseille à Oran ; ne voulant pas prendre de repos, il fut terrassé par le mal en 1894 ; pendant 6 ans sa robuste constitution lui permit de résister ; il finit par être ravi à l'affection des siens à l'âge de 32 ans.

Dans sa courte carrière, de 1871 à 1894, Ernest Vlasto a abordé toutes les branches de l'art de l'ingénieur : métallurgie, constructions, mines, chimie, électricité, mécanique, dans toutes il marqua son passage par de nombreux travaux.

Tous ceux qui l'ont connu conserveront le souvenir de cet homme à l'esprit encyclopédique et brillant, de ce causeur aimable et disert, dont la bonté était bien connue de tous ses amis et des employés et ouvriers placés sous ses ordres.

Comme le rappelait en termes émus, sur sa tombe, son camarade de promotion, M. G. Dumont, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France : « Vlasto a aidé ses jeunes camarades par lui-même quand il le pouvait, par ses démarches et son argent dans toutes les circonstances. On ne lui a connu que des amis, ce qu'on n'oubliera jamais c'est surtout sa grande bonté. »

A

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

M. ERNEST POLONCEAU

Gustave-Ernest Polonceau était né le 3 mars 1832.

A sa sortie de l'École des Mines de Paris, en 1854, il voulut débuter par être ouvrier monteur, puis machiniste à la Compagnie d'Orléans, dont son parent, Camille Polonceau, l'un des fondateurs de notre Société, était alors Ingénieur en chef. Il devint rapidement Inspecteur, puis sous-chef de la traction de la deuxième section de cette Compagnie. Au commencement de 1870, la Société Impériale des Chemins de fer de la Turquie d'Europe lui confiait le poste d'Inspecteur en chef.

Polonceau fit alors accepter le tracé de la ligne de Constantinople à Kutchuk-Tchekmidje, puis la construisit et en organisa l'exploitation. Il reçut, en 1871, la croix d'officier du Medjidié.

En février 1872, il devint Ingénieur en chef à la Société Autrichienne I. R. P. des chemins de fer de l'État.

Envoyé par cette Société en mission en Roumanie, il fut nommé le 1er avril, Directeur du Matériel et de la Traction et de l'Économat des Chemins de fer Roumains.

Il s'agissait, en six mois, de construire 150 *km* et d'en reconstruire 600; le travail devait être achevé au 1er septembre 1872, sous peine de déchéance. Les travaux furent terminés dans les délais voulus.

Les lignes une fois acceptées par le Gouvernement roumain, Polonceau rentra à Vienne pour prendre les fonctions de sous-directeur de l'Exploitation, chef du service du Matériel et de la Traction de la Société I. R. P. des Chemins de fer de l'État. En 1877, il fut nommé Directeur du Matériel et de la Traction ainsi que de tous les Services des approvisionnements et de l'économat de cette Société.

Au commencement de la même année, la croix de la Couronne de Fer venait récompenser ses travaux pour l'organisation du service des transports des blessés et la création de types qui furent adoptés par toutes les Compagnies de chemins de fer austro-hongroises.

Polonceau reçut encore du Gouvernement autrichien des lettres de félicitations à diverses reprises : 1° pour les projets d'augmentation du matériel roulant de la Bosna-Bahn qui avaient été soumis à son examen, et les travaux qui en avaient été la conséquence ; 2° pour les travaux de reconstruction et de réparation du matériel roulant du chemin de fer militaire de Banyaluka ; 3° pour le train impérial construit par la Société autrichienne, sous sa direction.

Le 7 août 1877, il était nommé Chevalier de la Légion d'honneur, sur la présentation du Ministère de la guerre pour les services qu'il avait rendus aux attachés militaires français.

En 1882, par suite de la transformation de la Société autrichienne, il devint Directeur du Matériel et des Ateliers des deux réseaux autrichiens et hongrois avec le service de la Traction du réseau autrichien, Membre des Comités de direction de Vienne et de Budapest, enfin, Membre du Comité de Direction des Mines, Usines et Domaines de la Société, fonctions qu'il conserva jusqu'en décembre 1885, époque où il rentra à la Compagnie d'Orléans comme Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction.

En Autriche-Hongrie, Polonceau chercha à introduire les méthodes économiques des chemins de fer français et spécialement de la Compagnie d'Orléans. Il régularisa et développa l'emploi des charbons menus, fit adopter la machine de gare type de la Compagnie d'Orléans et la machine à grande vitesse de la même Compagnie, de même que les plans inclinés pour faciliter le passage dans les courbes, les attelages à balancier, les tampons inclinés entre machine et tender, etc. La voiture à couloir à quatre roues, dont il fit l'étude, donna pleine satisfaction au public austro-hongrois et fut immédiatement mise en usage sur les chemins de fer de l'État autrichien et bientôt dans plusieurs autres Compagnies.

Polonceau fut chargé après le départ de M. Linder, par le ministre des Travaux publics français, de contrôler les épreuves des locomotives construites en Autriche pour les chemins de fer français.

Il s'occupa beaucoup de la question des Chemins de fer secondaires et son travail sur ce sujet, demandé par M. Kopp, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur de l'Exploitation de la Société autrichienne I. R. P. des Chemins de fer de l'État, fut envoyé au Ministère des Travaux publics et fut l'un des documents dont se servit la Commission nommée pour l'examen de

la question des trains tramways dont M. Heurteau fut rapporteur. Ce travail fut publié dans les Annales des Mines.

Les types des machines à six et à huit roues accouplées pour chemins vicinaux, adoptés par la Société autrichienne, sont des types inspirés par celui des machines de manœuvres de la Compagnie d'Orléans; il en est de même de la locomotive à grande vitesse qu'adopta la Société royale des Chemins de fer roumains.

Dès son arrivée en Autriche, Polonceau fit partie de la Société d'assistance pour les Français, il en devint membre du Comité, puis vice-président, et contribua à la fondation de la Société d'assistance franco-belge-suisse à Prague.

Il ne cessa de s'occuper de ses compatriotes à Vienne, d'entretenir des relations avec ses Collègues français pour leur donner tous les renseignements qui pourraient leur être utiles, enfin de faciliter les études des élèves des Écoles et spécialement de l'École des Mines qui venaient en mission en Autriche-Hongrie.

Depuis sa rentrée à la Compagnie d'Orléans, Polonceau s'est appliqué d'abord, à cause des diminutions de recettes, à faire toutes les économies compatibles avec les nécessités du service; tout en conservant la régularité de marche et une complète sécurité, il obtint des résultats importants. Il chercha ensuite à appliquer toutes les améliorations dont son séjour à l'étranger lui avait permis de constater les avantages.

Les produits exposés par la Compagnie d'Orléans, en 1889, comportaient un certain nombre de ces améliorations, par exemple :

L'application d'un système de foyer de locomotive de l'invention de Polonceau, caractérisé par sa grande solidité, sa dilatation facile, sa forte vaporisation;

L'emploi, sur les chaudières, de deux dômes reliés par un tuyau, pour avoir de la vapeur plus sèche;

Une disposition nouvelle de la poutre armée des voitures à bogies;

Une voiture à bogies d'une construction spéciale de l'invention de Polonceau, tout à la fois légère et solide; la caisse forme poutre armée et a de grands avantages au point de vue de la sécurité; ce type a été adopté pour le train Impérial de l'Empereur de Russie. Les bogies sont également d'un type spécial présentant des garanties de stabilité, qui l'a fait appliquer par

d'autres Compagnies et par la maison Desouches pour des voitures destinées aux Chemins de fer Égyptiens;

Enfin, une locomotive pour trains express à grande vitesse, pouvant remorquer des charges plus fortes que celles alors en usage. Ces machines remorquent facilement, entre Paris et Bordeaux, 260 *t* avec une vitesse de 75 *km* à l'heure.

Polonceau fit encore construire à la Compagnie d'Orléans des locomotives-tenders à six roues accouplées, pour le service de banlieue, et les locomotives de la ligne d'Orsay avec condensation, pour passer sans difficultés dans les souterrains jusqu'à la gare Médicis.

Enfin il fit établir successivement des voitures des différentes classes où le poids mort est très inférieur au poids mort des voitures semblables précédemment construites.

Polonceau était, à l'époque de l'Exposition de 1889, Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France. Il a été nommé Président de cette Société pour l'année 1891.

Il apporta son concours à un grand nombre de Commissions techniques :

Commission centrale des machines à vapeur;

Commission instituée pour rechercher les moyens d'assurer aux voyageurs en chemins de fer de nouvelles garanties;

Comité d'organisation du Congrès international de mécanique appliquée, dont il devint Vice-Président;

Commission chargée de préparer le projet de revision du décret du 30 avril 1880, relatif aux appareils à vapeur;

Commission des méthodes d'essai des matériaux; après la division de celle-ci en deux sections, il fut nommé Vice-Président de la section des métaux.

Polonceau prit une part active aux travaux de ces Commissions et y trouva l'occasion de rédiger des rapports fort appréciés. Il publia, eu outre, de nombreuses études, notamment dans le Bulletin de notre Société.

Polonceau avait reçu, en dehors des décorations rappelées plus haut, celles de Commandeur de Takowo (Serbie), de Commandeur de la Couronne de Roumanie.

En 1895 il avait été promu Officier de la Légion d'honneur.

CHRONIQUE

N° 245 B.

Sommaire. — Récents bateaux à vapeur sur le Rhin. — Grandes installations de distillation d'eau de mer. — Le rôle de l'Ingénieur *(Suite et Fin)*. — Les grandes Bibliothèques américaines *(Suite et Fin)*.

Récents bateaux à vapeur sur le Rhin. — Le Rhin est un des rares fleuves de l'Europe où des services à grande vitesse pour voyageurs se soient maintenus malgré la concurrence des chemins de fer. Il est vrai que les Compagnies de navigation n'ont rien négligé pour que leur matériel fut toujours au courant du progrès.

Nous avons parlé, dans la Chronique d'avril 1880, page 506, des bateaux alors en usage sur le Rhin. Ces bateaux construits antérieurement à 1870 étaient de construction anglaise. Les coques avaient 79.30 *m* de longueur, 7,60 *m* de largeur et 2,30 *m* de creux; les machines à moyenne pression, 1,75 *km* effectifs, développaient 700 *ch* et donnaient aux bateaux une vitesse de 28 *km* à l'heure en eau calme.

En 1885, apparut le premier grand bateau à voyageurs construit en Allemagne pour la navigation du Rhin. C'était le *Deutschland*, bateau demi-salon de 70,60 *m* de longueur, 8 *m* de largeur et 15,25 *m* hors tambours, avec 2,95 *m* de creux. Une machine Compound à deux cylindres de 0,690 *m* et 1,280 *m* de diamètre et 1,200 *m* de course recevait la vapeur à 8,5 *atm* de pression de deux chaudières tubulaires ayant 280 m^2 de surface de chauffe collective. Cette machine actionnait des roues à aubes articulées de 3,37 *m* de diamètre et 3 *m* de largeur. Avec 750 *ch* de puissance indiquée, le bateau remontait le Rhin entre Ruhrort et Cologne à la vitesse moyenne de 23 *km* à l'heure. Les installations pour les passagers étaient des plus confortables.

Tout récemment a été mis en service le bateau-salon *Kaiserin-Auguste-Victoria* construit pour la Compagnie de Navigation du bas et moyen Rhin à Dusseldorf par la maison Sachsenberg frères à Rosslau-sur-Elbe et Deutz, près Cologne.

Ce bateau a 83 *m* de longueur, 8.20 *m* de largeur et 15,30 *m* hors tambours, 2,90 *m* de creux et 1.17 *m* de tirant d'eau maximum. La coque est en acier, les membrures sont écartées de 0,70 *m* en dehors de la chambre des machines et chaudières et de 0,50 *m* dans cette chambre. Il y a 6 cloisons étanches, les tôles du bordé ont de 4 à 8 *mm* d'épaisseur.

Les tambours des roues sont supportés par de fortes poutres affectant la forme de consoles qui reçoivent à leur extrémité l'élongis, ces extrémités sont soutenues par des pièces obliques disposées au-dessus et se rattachant à la fois à des montants verticaux prolongeant la paroi de la coque et à des tirants horizontaux allant d'un bout à l'autre du bateau à 2 *m* au-dessus du pont et supportant la passerelle de commandement qui se raccorde du reste avec le plafond du salon ou plancher du pont

de promenade. Toute cette charpente en tôle et cornière maintient d'une manière indéformable les tambours. Le gouvernail a une commande à vapeur depuis la passerelle.

Le salon disposé sur le pont principal va de l'arrière presque jusqu'à l'avant. Il contient sur l'arrière des machines un salon et une vaste salle de restaurant, au-dessous sont deux salons dont le plus à l'arrière réservé aux dames.

A l'avant des machines, le salon supérieur contient la cuisine et un fumoir; au-dessous sont les logements du personnel et des locaux de service. Toutes ces installations sont très confortables; l'éclairage électrique comporte 150 lampes à incandescence.

La vapeur est fournie par quatre chaudières disposées deux à deux à l'avant et à l'arrière des machines avec une cheminée pour chaque groupe. Ce sont des chaudières à eau dans les tubes du système Dürr construites par l'ancienne maison Dürr et Cie, aujourd'hui Société par actions, à Dusseldorf. Ce système est caractérisé par des tubes inclinés contenant chacun un autre tube plus petit pour la circulation de l'eau. Chaque chaudière a 4,33 m^2 de surface de grille et 135 m^2 de surface de chauffe, dont 125 m^2 en contact avec l'eau ; la pression est de 9 *atm*. Il y a pour chaque chaudière un gros réservoir cylindrique à la partie supérieure. L'alimentation est effectuée par deux injecteurs donnant chacun 6 000 *l* à l'heure et une pompe Worthington double donnant 15 000 *l*. Il y a quatre soutes à charbon contenant ensemble 25 *t* de combustible (1).

L'appareil moteur est une machine Compound à deux cylindres inclinés placés l'un à côté de l'autre et actionnant des manivelles à angle droit. Ces cylindres ont 0,96 et 1,75 *m* de diamètre, avec 1,250 *m* de course. Les tiroirs sont sur le côté extérieur des cylindres; le tiroir HP est double et muni d'une détente Meyer, le tiroir BP est unique et à double orifice. La commande se fait par des coulisses de Stephenson relevées par une commande à volant et vis sans fin et aussi à vapeur.

Les guides des têtes de tiges de pistons sont simples, et placées en dessous.

L'arbre moteur de 13,24 *m* de longueur totale est en quatre morceaux réunis par des plateaux boulonnés; les arbres porte-roues ont chacun 4.25 *m* de longueur, ils ont 0,350 *m* de diamètre aux portées prises dans les paliers extérieurs et à l'emmanchement des tourteaux des roues, le corps a 0,30 *m*. Ces arbres sont en acier fondu Martin donnant 48 *kg* de résistance par mm^2 et 22 0/0 d'allongement; ils sont évidées dans toute leur longueur par un trou central.

Les deux arbres coudés ont chacun 2,37 *m* de longueur et 0,300 *m* de diamètre; ils sont en acier fondu au nickel donnant 60 *kg* de résistance et 20 0/0 d'allongement; ils sont également évidés ainsi que les boutons de manivelles.

La charpente des machines a la disposition générale adoptée exclusivement aujourd'hui pour les appareils de ce genre; il n'y a pas de plaque de fondation, les cylindres formant un bloc reposent sur les

(1) On trouvera une installation de chaudières marines du type Dürr au Champ-de-Mars dans le bâtiment de la navigation de commerce.

carlingues en tôles et cornières. Quatre flasques en acier coulé, allégées par des évidements, portent les arbres; elles s'appuyent par un prolongement courbe contre un bau de force en tôle et cornières de 530×606 *mm* et sont entretoisées entre elles à la partie supérieure assez haut pour laisser passer les manivelles. Ces flasques sont réliées au cylindre chacune par un fort tirant en acier à section circulaire.

La pompe à air est horizontale, elle est sur le côté et est commandée par un levier porté sur un arbre horizontal avec un autre levier recevant un mouvement d'oscillation de la tête de tige du piston BP. Cette pompe est à double effet, son piston est formé d'un fourreau qui traverse par un presse étoupe une toison médiane. Au-dessus de la pompe est un réchauffeur tubulaire cylindrique à axe horizontal et parallèle à l'axe du bateau que la vapeur traverse dans son passage du cylindre BP au condenseur.

Les roues ont 4 *m* de diamètre et portent 9 aubes de 780×3 *m*. L'excentrique de manœuvre est fixé à l'élongis extérieur, la roue étant en porte à faux suivant la disposition universellement employée aujourd'hui.

Le cahier des charges portait comme conditions principales que le bâteau devait remonter le Rhin de Cologne à Mayence en 11 h. 45 m. y compris un certain nombre d'arrêts de 3 minutes chacun. A 40 0/0 d'admission au petit cylindre, la puissance indiquée devait atteindre 1250 *ch* et la consommation ne devait pas dépasser 1230 *kg* à l'heure avec une production de vapeur de 7,50 *kg* par kilog. de combustible.

A l'essai du 2 juillet 1899, on a gagné 5 minutes sur le temps stipulé ci-dessus, les machines ont développé 1375 *ch* avec 44 à 45 tours par minute et 7,3 *kg* de pression; enfin la consommation a été de 1154 *kg* en moyenne à l'heure, soit 0,84 *kg* par cheval indiqué et par heure.

En eau calme et profonde la vitesse s'est élevée à 31 *km* à l'heure; dans les parties à fort courant et faible profondeur, elle a varié de 15 à 20 *km*. Ces renseignements sont extraits du *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* n° 12 de 1900.

Grandes installations de distillations d'eau de mer. — Nous avons décrit dans la Chronique d'octobre 1882, page 426, les installations faites par les Anglais à Alexandrie pour alimenter d'eau douce la ville qui on était privée par suite de la rupture du barrage du canal Mahmoudieh. Ces installations avaient dû être improvisées à la hâte avec les moyens dont on disposait et l'eau distillée revenait à un prix élevé, le rendement étant de 5,5 à 7 *l* par kilogramme de charbon et s'élèvant exceptionnellement à 8 *l*.

On peut citer comme installations du même genre, mais perfectionnées, celles qui ont été faites à Fort-Jefferson, en Floride, pour fournir de l'eau à la station navale, aux casernes et éventuellement aux navires qui auraient besoin de venir s'y ravitailler. Cette installation a une capacité normale de 230 000 *l* par 24 heures et peut donner 50 0/0 en plus de ce chiffre. Les appareils ont été fournis par la Sugar Apparatus Manufacturing Company, de Philadelphie. Ils sont basés sur le principe de l'effet multiple qui est employé, comme on sait, dans la sucrerie et dont nous allons rappeler sommairement l'action.

Supposons un récipient contenant le liquide à évaporer, de l'eau de mer dans l'espèce ; ce récipient contenant un faisceau tubulaire dans lequel passe la vapeur qui échauffe le liquide et qui provient d'une chaudière. La vapeur se condensera partiellement dans les tubes en donnant de l'eau à une température élevée contenant une grande proportion de calorique qu'on doit chercher à utiliser. De plus, dans l'opération de la distillation, l'eau de mer se concentre et on est obligé de faire de temps en temps des évacuations ou extractions partielles pour prévenir les dépôts sur la surface de chauffe des appareils ; cette eau qu'on évacue contient aussi une certaine quantité de calorique.

L'objet de l'effet multiple est de réduire ces pertes de chaleur et d'obtenir l'eau douce avec moins de combustible. On y arrive par des opérations étagées qui permettent de recueillir les produits à une température relativement basse et à ne perdre que le minimum de chaleur.

Les appareils installés à Fort-Jefferson ont été soumis à un essai de réception de six jours, lequel a eu lieu du 13 au 20 janvier 1900 et a été décrit dans un mémoire du lieutenant R. K. Crank, de la marine des Etat-Unis, mémoire inséré dans le numéro de février dernier de l'*American Society of Naval Engineers*. En voici un extrait :

Dans ce système à effet multiple, l'eau de mer à distiller est d'abord chauffée par des tubes où passe de la vapeur provenant des chaudières ; elle est portée à une température de 165° et même plus ; de là elle passe dans une capacité où la pression est réduite légèrement au-dessous de la pression atmosphérique, 0,75 à 0,90 *kg* par centimètre carré. Une partie de cette eau se vaporise sous l'influence combinée de la température élevée et de la faible pression. La vapeur sortant des machines des pompes se rend également dans cette capacité. La vapeur produite ainsi sert principalement à chauffer le premier récipient dont nous avons parlé, concurremment avec la vapeur des chaudières. L'eau de mer non vaporisée passe dans le premier effet vaporisateur, où elle baigne l'extérieur d'un faisceau tubulaire dont l'intérieur reçoit la vapeur vive des chaudières et la vapeur du récipient à pression réduite dont nous venons de parler. Une portion de l'eau de mer se vaporise ; cette vapeur passe dans le faisceau tubulaire d'un second effet à l'extérieur duquel se trouve l'eau salée. Une partie de cette eau se vaporise et le reste passe dans le fond du premier effet d'où elle est prise par une pompe centrifuge et envoyée autour des tubes de ce même effet ; la perte par vaporisation est réparée par de l'eau provenant de la capacité à pression réduite, l'accès étant réglé par un clapet à flotteur. Cette action continue dans tous les effets successifs ; l'eau de mer qui circule dans ces effets augmente progressivement de concentration. Dans le dernier effet, cette eau concentrée est évacuée à la faible température maintenue dans cette partie où la pression est notablement inférieure à la pression atmosphérique, tandis que dans les appareils ordinaires de distillation des navires, la saumure est évacuée à une température élevée et entraine ainsi une forte quantité de chaleur.

L'installation dont nous nous occupons comporte :

1° Trois chaudières Babcock et Wilcox, de 125 m^2 chacune, pouvant fonctionner à une pression de 11,5 *kg* par centimètre carré.

2° Un appareil à triple effet du système Morris Lillie, comprenant trois effets ou évaporateurs avec un condenseur à surface de 0,75 *m* de diamètre et 3,60 *m* de longueur, une pompe à air à double effet de 0,22 *m* de diamètre et 0,305 *m* de course pour maintenir le vide dans le troisième effet, quatre pompes centrifuges de circulation, une pour chaque effet et la quatrième pour le condenseur, ces pompes mues par un même arbre actionné directement par une machine Westinghouse à cylindre de 0,200 × 0,215 *m*.

3° Trois pompes Blake à double plongeur qui servent à l'alimentation des chaudières et à celle des évaporateurs.

4° Trois réchauffeurs tubulaires pour le chauffage de l'eau de mer, munis de purgeurs automatiques pour l'eau provenant de la vapeur condensée.

5° Un récipient à pression réduite avec clapet à flotteur pour régler l'accès de l'eau salée provenant du réchauffeur précédent.

6° Deux réservoirs avec clapets automatiques pour régler l'alimention des chaudières et celle de l'appareil distillatoire.

Nous ne saurions entrer ici dans la description de ces appareils, nous nous bornerons à indiquer qu'une des particularités principales du sytème Lillie et l'emploi pour les vaporisateurs de tubes concentriques laissant un espace annulaire dans lequel passe en couche mince la vapeur qui rencontre alors une double surface contre laquelle elle se condense en transmettant son calorique à l'eau.

Voici sommairement quels ont été les résultats des essais. En 144 heures, avec 3 chaudières en fonctionnement, la pression effective étant de 8,2 *kg* aux chaudières, on a obtenu 13 400 m^3 d'eau distillée, soit en moyenne 93 m^3 par heure avec une consommation de charbon de 95 900 *kg*, ce qui donne 14 *l* d'eau en nombre rond par kilogramme de charbon. Ce charbon était d'ailleurs très médiocre, contenant 13 0/0 de cendres, le produit du charbon pur est de 16 *l* par kilogramme. Les chaudières ont vaporisé 7,6 d'eau pour 1 de combustible et 8,63 pour 1 de charbon pur, de sorte que l'avantage de l'appareil à effet multiple se traduit par le rapport de 1,84 à 1.

La marine des États-Unis possède deux navires distillateurs, le *Rainbow* et l'*Iris*. Ce dernier a été envoyé aux Philippines, il donne 200 *t* d'eau par 24 heures. On comptait obtenir un effet utile considérable par rapport au combustible, les essais officiels ont montré qu'on n'obtenait que 12 à 13 *l* d'eau par kilogramme de charbon, c'est-à-dire moins que l'appareil précédent avec du combustible de meilleure qualité. L'appareil de l'*Iris* est également à effet multiple, mais d'un autre système.

Le rôle de l'Ingénieur *(Suite et fin)*. — L'*Institution of Civil Engineers* n'admet actuellement comme membres que les personnes qui peuvent justifier d'une éducation du genre de celle qui vient d'être indiquée ou qui peuvent passer un examen prouvant qu'elles possèdent les connaissances correspondant à cette éducation. Un homme de science ne peut devenir un ingénieur que lorsqu'il a passé par la pratique et l'expérience.

Il n'y a pas d'opposition entre la science et la pratique, il y en a seulement entre la science et l'empirisme. La pratique est une chose certaine, tandis que les règles empiriques sont des règles erronées qui n'acquièrent de l'exactitude qu'après avoir amené des erreurs répétées, ce qui montre la supériorité du sens commun organisé.

Cette expression de sens commun organisé est une excellente définition de la science. Les savants se trompent quand ils signalent des divergences entre la science et la pratique et les soi-disant praticiens ne sont pas plus dans la vérité lorsqu'ils affectent d'ignorer la science et prétendent qu'une once de pratique vaut une tonne de théorie. La pratique basée sur la science se traduit par le succès immédiat et l'économie ; la pratique basée sur les règles empiriques signifie erreurs, retards et dépenses exagérées. L'ingénieur ne peut ignorer les lois de la nature pas plus que le savant ne peut méconnaître les règles de la pratique. L'enseignement, il faut le reconnaître, a souvent été en retard sur l'époque, ce qui vient de ce que le professeur n'est pas toujours suffisamment au courant des intérêts industriels et économiques du pays.

Dans la branche spéciale dans laquelle l'auteur a fait sa carrière : la Télégraphie, la pratique a toujours devancé la théorie. Les progrès de la télégraphie et de la téléphonie ne doivent rien à l'homme de sciences abstraites. Les principes fondamentaux et les faits naturels sur lesquels repose la pratique de l'art de l'ingénieur-électricien sont du domaine de l'expérience et non pas les résultats de recherches de laboratoires et d'études spéculatives. La science est cependant établie actuellement et les jeunes gens qui l'étudient dans les écoles ont l'avantage d'acquérir un ensemble solide de faits et de principes avant de commencer leur carrière pratique. Leur voie est toute déblayée et leurs progrès sont rapides. Ils sont fortement armés pour aborder les questions d'application dans la profession qu'ils ont embrassée.

Smeaton, Watt, Telford, Stephenson, Fairbairn, Whitworth et tous les ingénieurs primitifs avaient dû acquérir leurs connaissances par leurs propres moyens. Il n'en est plus de même aujourd'hui. L'ingénieur a bien d'autres facilités que ses prédécesseurs. Il y a maintenant des laboratoires de recherches et d'expériences qui travaillent pour lui, mais il ne doit pas moins être prêt à l'occasion à vérifier les faits lui-même; les doutes doivent toujours être éclaircis.

L'ingénieur civil ne doit pas seulement posséder à fond la science de sa profession, il doit pouvoir en conduire les opérations pratiques. La vie de quantité d'êtres humains dépend souvent de ses projets et de leur exécution. On doit pouvoir avoir confiance dans la solidité de ses navires, de ses tunnels, de ses ponts, dans la sécurité de ses trains de chemins de fer. L'ingénieur a à donner ses avis dans des questions de police sanitaire et autres, à intervenir dans des questions d'administration, de commerce, etc., à agir comme arbitre dans des contestations et à comparaître devant les cours de justice et les commissions du Parlement comme expert technique. L'ingénieur doit nécessairement avoir des qualités intellectuelles très éminentes. Son instruction scientifique et la pratique qu'il a acquise dans l'exercice de sa profession ont élargi ses idées et développé son jugement. Avant tout son honorabilité doit

être absolue. L'honneur de l'ingénieur est l'honneur de sa profession. La décision récente du Lord Chief Justice a été approuvée par tous les membres de l'*Institution of Civil Ingineers*. Le mal qu'on désire supprimer est très réel et très sérieux, mais il n'est pas spécial à notre profession.

L'auteur rappelle pour terminer l'antiquité et l'universalité du rôle de l'ingénieur. Tubal-Cain fut le premier qui pratiqua l'art de travailler le cuivre et le fer et cela avant le déluge. Les restes de l'architecture des Egyptiens, des Babyloniens et des Assyriens montrent une merveilleuse connaissance de la résistance des matériaux. Le Cloaca Maxima construit par Tarquin l'Ancien existe encore après 2.000 ans. Dès les temps primitifs, le commerce a suivi les chemins frayés par la guerre et la diplomatie. Le général est devenu ingénieur. L'Asie Occidentale se couvrit de routes non seulement pour permettre le transport des armées et de leurs approvisionnements, mais aussi pour faciliter au commerce la circulation des marchandises. L'état des moyens de communication est un indice de la civilisation d'un pays. La suprématie appartient à la à la force. Dans les anciens temps la force s'entendait au point de vue matériel, aujourd'hui elle s'entend au point de vue intellectuel et financier. A l'heure actuelle une grande partie de l'intelligence humaine est consacrée à ce qu'on a trouvé de mieux pour assurer la paix dans le monde, l'utilisation la plus parfaite des grandes forces de la nature pour détruire la vie humaine le plus rapidement et à la plus grande distance possible. Une flotte formidable et une armée suffisante sont les meilleures garanties de sécurité pour le pays.

Il y a pas d'endroits habitables sur la terre qui ne porte les traces du passage de l'ingénieur. C'est le grand agent de la civilisation. Il ne se contente pas de suivre le conquérant militaire ; souvent il le précède. Il établit la paix sans le concours du feu, du sang et de la famine. Khartoum a été mis à 70 heures du Caire par chemin de fer et, dès que la tranquillité aura été rétablie dans le sud de l'Afrique, le Caire et le Cap seront en communication directe d'abord par le télégraphe et plus tard par voie ferrée.

On peut dire que l'ingénieur est non seulement le bienfaiteur de ses contemporains, mais encore une nécessité de l'époque.

Les grandes bibliothèques américaines. (*Suite et fin*). — Une entrée spéciale, du côté du nord, nous conduit à la bibliothèque circulante à travers un vestibule pourvu de vestiaires et de garages pour bicyclettes. Cette bibliothèque occupe le fond d'une des cours et a par conséquent 24 *m* de côté. Recevant le jour d'en haut, elle a le long des murs des rayons pour 16.000 volumes et, communiquant avec l'étage inférieur du stock, elle a sous la main les 50.000 volumes du magasin consacrés à la circulation. Cette salle aura des places assises pour 150 personnes et un comptoir de distribution de 18 *m* de long, ainsi qu'une petite collection d'ouvrages de références, dictionnaires, atlas, à l'usage des personnes pressées qui n'ont qu'un renseignement à prendre et ne veulent pas monter dans les grandes salles de lecture.

L'étage inférieur comprend encore les brevets, les ateliers de reliure et d'imprimerie, les salles d'arrivage et de déballage.

De la 5e avenue, à l'est, on entre directement par de larges degrés dans le grand vestibule du premier étage. La salle centrale, en face de l'entrée, est en quelque sorte le sanctuaire du Livre. C'est le musée de la bibliothèque, réunissant les pièces relatives à l'histoire de l'imprimerie, cartes, etc. Grâce à une idée originale, les visiteurs peuvent, de cette salle, saisir d'un coup d'œil le fonctionnement de la bibliothèque, car la cloison qui sépare le musée du magasin est percée de grandes baies et, à travers les glaces, on peut voir l'arrangement du stock et suivre le jeu de la machinerie. Au même étage salle de journaux, salle des enfants avec *lavatory*; la partie sud est occupée par l'administration.

Au second étage, quatre grandes salles de lecture pour certaines catégories spéciales de travailleurs, dépôt de cartes de géographie, etc., de documents officiels de tous pays; au sud, côté de l'administration, notons une salle de cours et conférences, avec 150 places, destinées au personnel de la bibliothèque. Au centre, au-dessus du musée, on a ménagé une quantité de petites chambres à la disposition des savants ou autres personnages qualifiés qui désireraient travailler seuls; il y a place dans chacune pour un secrétaire ou sténographe, une machine à écrire et les 200 ou 300 volumes qu'il pourrait être nécessaire d'avoir sous la main.

Immédiatement au-dessus, au centre du troisième étage, se trouve la grande salle de références, pourvue de catalogues sur fiches à la disposition du public. Elle communique avec les deux grandes salles de lecture publiques dont il a été parlé plus haut; chacune peut recevoir 350 lecteurs.

Nous renonçons à énumérer tous les locaux dont on pourra disposer dans cet immense bâtiment, soit pour collections artistiques, gravures, tableaux, photographies, etc., soit pour des bibliothèques spéciales. Qu'il suffise de dire que le grand stock est établi pour 1.250.000 volumes et que le devis de l'édifice s'est élevé à 12.500.000 francs.

Après la description de ces splendeurs, la nouvelle bibliothèque nationale suisse, à Berne, dont nous dirons deux mots à titre comparatif, va paraître bien modeste. C'est pourtant un fort joli bâtiment qu'on a inauguré l'année dernière au Kirchenfeld. On a cherché à tenir compte, dans son aménagement, des progrès réalisés ailleurs, particulièrement en Allemagne. On aurait pu le faire cependant d'une manière plus rationnelle; on regrettera notamment que la forme générale du bâtiment, très réussie au point de vue esthétique, rende impossible un agrandissement ultérieur de l'édifice.

Le bâtiment a 60 *m* de longueur et pas tout à fait 20 de largeur. Ce sont approximativement les dimensions de la petite bibliothèque publique des Bastions, à Genève, mais l'aménagement intérieur est très différent.

La partie du midi est occupée par les archives fédérales; celle du nord seule par la bibliothèque nationale qui a, comme on le sait, pour mission de réunir et de conserver toutes les publications relatives à la Suisse et aux choses suisses à partir de l'année 1848. Dans cette partie nord, qui seule nous occupe, le rez-de-chaussée est consacré à l'administration et au public. Les cinq étages supérieurs, de 2 *m* et quelques décimètres de hauteur, sont occupés par le magasin de livres qui rappelle,

avec moins d'économie dans la place utilisée, les stocks américains; tout est en fer, charpente, montants à console mobile du système Lippmann; les planchers sont en verre; les rayons seuls sont en bois. Le magasin est éclairé par de grandes fenêtres qui règnent sur toute la hauteur. Le dernier étage, cependant, reçoit son jour par un plafond vitré.

Le coup d'œil que nous avons jeté sur les bibliothèques américaines les plus richement montées, ou du moins sur une partie d'entre elles, nous montre que les Américains ne reculent devant aucun sacrifice pour faire de ces établissements d'instruction des institutions véritablement populaires. Avec le luxe déployé dans ces créations gigantesques où beaucoup d'argent est jeté dans les matériaux de prix et les effets d'architecture, et beaucoup de place perdue en escaliers et vestibules d'apparat, il est clair que de semblables bibliothèques sont trop au-dessus de notre portée pour nous fournir des modèles. Mais elles sont intéressantes à étudier comme conception générale. Il ne faut pas perdre de vue que les États-Unis comptent aussi de très nombreuses bibliothèques plus simples et tout aussi pratiques, dont l'étude aurait beaucoup à nous apprendre. Bien des questions de construction et d'aménagement, si elles ne sont pas encore absolument résolues en Amérique, sont en bonne voie de l'être. Nous espérons donc que ce rapide aperçu engagera les spécialistes à poursuivre cette étude d'une façon plus approfondie.

INFORMATIONS TECHNIQUES

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Emploi du métal dans la construction des barrages.** — Nous avons parlé dans la chronique de novembre 1899, page 690, du barrage de la South Plate Gorge dans lequel on fait usage d'un revêtement en tôle d'acier pour obtenir l'étanchéité. Il peut être intéressant de savoir que ce genre de revêtement a été déjà employé aux États-Unis sous une forme analogue dans deux barrages, celui de Otay, à San Diego, en Californie, et celui de East Cañon Creek, dans l'Utah.

Dans le premier de ces barrages, les tôles d'acier sont assemblées par rivets et noyées dans un mur de béton de 0,60 *m* d'épaisseur. Ce mur a 19,10 *m* de hauteur au-dessus des fondations et 170 *m* de longueur à la partie supérieure. Le barrage est construit en pierres perdues de chaque côté du mur en ciment armé avec des inclinaisons de 1 1/2 à 1.

Au barrage de East Cañon Creek, la paroi métallique est formée de tôles d'acier de 1,525 × 6,10 *m* dont l'épaisseur varie de 4,5 à 7,5 *mm* de la partie supérieure à la base. Ces tôles sont noyées dans un mur de béton d'asphalte de 0,20 *m* d'épaisseur fait avec 30 0/0 de sable, 70 de gravier et 140 *kg* d'asphalte par mètre cube du mélange. Le barrage a 30,5 *m* de longueur et 20,5 *m* de hauteur; il est en pierres perdues. Le fruit est à la partie supérieure de 0,66 à 1 et à la partie inférieure de 2 à 1. Le premier remonte déjà à plusieurs années, tandis que le second est de l'année dernière. (*Engineering Record*, 10 mars 1900, page 219.)

2. — **Tunnel du Simplon.** — Voici l'état des travaux du tunnel du Simplon à la fin de mars 1900.

Galerie d'avancement :	Côté nord. Brigue.	Côté sud. Iselle.	Total.
Total à la fin de février. .	2 593 *m*	1 838 *m*	4 431 *m*
Progrès mensuel.	177	154	331
Longueur fin mars. . . .	2 770	1 992	4 762
Ouvriers.			
Hors du tunnel :			
Total des journées	29 130	10 180	39 310
Moyenne journalière . . .	1 037	352	1 389
Dans le tunnel :			
Total des journées	34 955	31 318	66 273
Moyenne journalière . . .	1 090	1 010	2 200
Ensemble des chantiers :			
Total des journées. . . .	64 085	41 498	105 583
Moyenne journalière. . .	2 227	1 362	3 589
Animaux de trait :			
Moyenne journalière . . .	37	17	54

Côté nord. — La galerie d'avancement a traversé le schiste calcaire. Les venues d'eau ont comporté au total 49 *l* par seconde. Progrès moyen de la perforation mécanique 5,71 *m* par jour de travail.

Les ouvriers des avancements sont conduits par les trains dans le tunnel dès le 1er mars.

Côté sud. — La galerie d'avancement a traversé le gneiss d'Antigorie jusqu'à 1878 *m;* après on est entré dans une roche schisteuse riche en mica.

Le progrès moyen de la perforation mécanique était de 4,97 *m* par jour de travail. (*Journal de Genève* du 6 avril 1900).

3. — **Tramways électriques en Amérique.** — M. Mesnager, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a étudié la construction des tramways électriques à prise de courant par caniveau souterrain aux États-Unis, donne des renseignements très intéressants sur cette question. Le caniveau n'est encore employé qu'à Washington et à New-York, partout ailleurs on emploie le fil aérien. Il est intéressant d'indiquer que tous les tramways ont la voie normale de 4 pieds 8 1/2 pouces, soit 1,435 *m*.

On n'emploie pas le caniveau sous rail qui présente divers inconvénients, notamment celui d'exiger une trop grande largeur pour l'ouverture du caniveau. L'auteur décrit avec détails la construction de la voie et du caniveau, donne des renseignements circonstanciés sur les voitures, l'exploitation, les vitesses, les prix, la production du courant, etc. Il termine par les conclusions suivantes :

1° Le caniveau central donne en Amérique d'excellents résultats, à tous points de vue, pour une exploitation intensive et étendue. Cette solution est considérée actuellement, en Amérique, comme la seule satisfaisante, dans les villes de premier ordre.

Les plots ne sont employés nulle part; il est vrai qu'on n'a essayé là-bas que des systèmes de plots compliqués et très inférieurs au Diato.

A Paris, avec les tunnels du Métropolitain, faits et à faire, ceux de la Compagnie d'Orléans (place Walhubert, quai d'Orsay), les ponts métalliques, qui tous ne laissent presque aucun espace libre sous le pavage, les caniveaux analogues à ceux dont il vient d'être question sont très rarement applicables.

2° Les procédés d'exploitation actuellement en usage sur les omnibus et tramways à Paris devraient être remaniés pour permettre d'atteindre des vitesses de transport compatibles avec les besoins de la population.

3° Pour obtenir économiquement le courant, il parait indispensable de recourir à de fortes usines produisant le courant à haute tension, (*Annales des Ponts et Chaussées*, 4e trimestre de 1899, page 151, article illustré).

IIe SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, Machines à vapeur, etc.

4. — **La machine à triple expansion de Borsig de l'Exposition de 1900.** — La machine envoyée à l'Exposition par la maison Borsig, de Berlin, est une machine verticale à triple expansion à quatre cylindres superposés deux à deux. Le cylindre à haute pression a 0,760 *m* de diamètre, le cylindre intermédiaire 1,180 *m* et les deux cylindres à basse pression 1,340 *m* chacun ; la course est, pour tous, de 1 200 *m*. Le rapport des volumes est ainsi, tiges non déduites, de 1 — 2,4 et 6,25. Tous les cylindres sont munis d'enveloppes de vapeur au pourtour et aux fonds et plateaux. La distribution se fait à chaque cylindre par quatre soupapes genre Cornouailles, à déclic, placées deux à deux dans la même boîte.

L'arbre moteur a une longueur totale de 12 *m* ; il est en trois parties assemblées par des plateaux boulonnés, savoir deux arbres coudés et un arbre droit portant un volant de 6,75 *m* de diamètre et une dynamo de Siemens et Halske. Les deux coudes de l'arbre sont opposés à 180°.

L'arbre moteur proprement dit porte sur quatre paliers faisant partie d'une plaque de fondation de 5,40 × 5,40 *m*. Les portées de l'arbre ont 0,400 *m* de diamètre. Les cylindres inférieurs sont soutenus d'un côté par un jambage creux boulonné à la plaque de fondation, de l'autre par une colonne en acier prise dans un bossage de la plaque de fondation. Les cylindres supérieurs sont reliés aux cylindres inférieurs par un bâtis circulaire évidé, assez élevé pour que les chapeaux des presse-étoupes des deux cylindres à tige commune soient écartés de 0,60 *m*. On peut ainsi sortir les pistons des cylindres inférieurs sans toucher aux cylindres supérieurs. Les soupapes sont commandées par des excentriques calés sur un arbre horizontal de distribution rattaché à l'arbre moteur par un arbre auxiliaire incliné et des roues dentées. Il y a deux pompes à air verticales avec pistons surmontés de fourreaux actionnées par un balancier et une bielle par l'extrémité libre de l'arbre du volant.

Le plateau des cylindres supérieurs est à 11,35 *m* au-dessus du sol. Il y a une plate-forme de service qui règne autour des cylindres inférieurs à 6,75 *m* du sol et une autre autour des cylindres supérieurs.

A 90 tours par minute, avec de la vapeur à 14 *kg* et une expansion à 20 volumes, cette machine donnera 2 500 *ch*. A l'Exposition, elle ne fera que 83,5 tours et recevra de la vapeur à 9 *kg* (*Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, 14 avril 1900, page 473, article illustré).

5. — **Accidents d'appareils à vapeur en 1898.** — D'après les statistiques officielles on a constaté en France, pendant l'année 1898, 44 accidents survenus à des appareils à vapeur, lesquels accidents ont causé la mort de 22 personnes et des blessures à 33 autres.

Si on divise ces accidents par nature d'appareils, on trouve que 23 concernent des chaudières chauffées en tout ou en partie extérieurement ; il y a eu dans ces accidents 15 morts et 16 blessés. Les généra-

teurs à petits éléments figurent dans ces chiffres pour 9 accidents, 6 morts et 3 blessés. Les chaudières non chauffées à l'extérieur ont donné lieu à 9 accidents avec 2 morts et 4 blessés. On a relevé 12 accidents avec 5 morts et 13 blessés sur des récipients et des valves de prise de vapeur.

Au point de vue des causes, on a attribué 16 accidents à des conditions défectueuses d'établissement, 19 à des conditions défectueuses d'entretien et 18 à un mauvais emploi des appareils. Dans plusieurs cas, les accidents ont paru pouvoir être attribués à plusieurs causes à la fois, ce qui explique pourquoi le nombre total des accidents classés par causes dépasse de beaucoup le nombre réel (*Annales des Mines*, 12e livraison de 1899.)

6. — **Trains américains.** — Notre Collègue, M. L. Violette, nous adresse un fragment d'un journal américain du 29 mars dernier, contenant des faits intéressants relatifs aux chemins de fer américains.

M. A. R. Peacock, un des directeurs de la Compagnie des aciéries Carnegie, se trouvant en séjour avec sa famille en Californie, fut mandé d'urgence à Pittsburg pour une réunion du Conseil qui devait avoir lieu le samedi 31 mars à une heure. Il demanda un train spécial qui partit de Los Angeles le mardi 27 à 10 heures du soir et arriva à La Junta le lendemain à 11 heures et demie du soir, ayant fait le parcours de 2 022 *km* en 24 heures et demie (1).

Le train ne s'arrêta à La Junta que le temps strictement nécessaire pour changer de machine et repartit à 11 h. 45 m. pour arriver à Dodge City, Kansas, à 3 h. 12 m. du matin, ayant fait le trajet de 326,8 *km* en 3 h. 27 m.

L'arrêt suivant eut lieu à Newton, 269 *km* plus loin, à 7 h. 13 m., la vitesse ayant dépassé sur diverses parties 112 *km* à l'heure.

Le train passa à Emporia le 29 de 8 h. 49 m. à 8 h. 55 m. du matin, à Argentine de 11 h. 50 m. à midi 8 m. et arriva à Chicago le même jour à 9 h. 56 m. du soir. La distance de 3 648 *km* ayant été franchie en 57 heures et 56 minutes, ce qui donne une moyenne de 64 *km* à l'heure. Le train spécial se composait de deux voitures et d'un fourgon, les voyageurs étaient au nombre de neuf. On dit que M. Peacock a payé 3 000 dollars pour le train spécial.

Le jeudi soir il a pu prendre le train partant de Chicago pour Pittsburg à 11 h. 30 m. du soir et arrivant le lendemain à 6 h. 30 m. du soir. Il est intéressant de noter que le tracé entre Los Angeles et La Junta sur le Atchinson, Topeka and Santa-Fe R. R., passe deux fois successives à 265 *km* de distance à des altitudes de 2 200 et 2 300 *m* au-dessus du niveau de la mer.

Voici un autre fait de nature différente.

Le 4 avril, un train de marchandises, remorqué par une seule locomotive, a quitté Archer, dans le Wyoming. Ce train comprenait 134 wagons en acier chargés de charbon, le poids de ce train était de 8 520 tonnes métriques (9 400 short tons). Ce train avait 1 600 *m* environ de longueur.

(1) A cause de la différence des heures.

Un peu après avoir quitté Archer, le train, entrant dans une pente, ne tarda pas à prendre une vitesse effrayante, bien que le machiniste fit agir les freins avec toute la pression d'air possible. Un parcours de 31 *km* fut ainsi effectué en moins de 17 minutes et le train ne put être arrêté que sur la rampe la plus proche où, dit le journal, on en prit une photographie. On peut se représenter la puissance vive d'un train de 8 520 *t* à la vitesse de 108 *km* à l'heure.

III[e] SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

7. — **Machine soufflante à gaz de hauts fourneaux de Seraing.** — On a essayé le 20 mars dernier aux usines Cockerill à Seraing, une machine soufflante mue par un moteur actionné par les gaz de hauts fourneaux, machine semblable à celle qui figure à l'Exposition de 1900.

Le cylindre moteur et le cylindre soufflant sont tous les deux horizontaux avec tige commune. Le premier a 1,300 *m* de diamètre et 1,400 *m* de course. Il est à simple effet et fonctionne sur le principe du moteur à quatre temps; c'est un moteur du système Delamare-Debouteville. Le cylindre soufflant a 1,70 *m* de diamètre et même course, la tige de piston commune a 4,40 *m* de longueur et 0,300 *m* de diamètre. Une bielle de dimension proportionnée partant du piston moteur actionne le coude central d'un arbre de 0,46 *m* de diamètre pesant 20 *t* et portant un volant de 5 *m* de diamètre du poids de 35 *t*; cet arbre repose sur deux paliers qui sont rattachés au cylindre moteur par quatre tirants en acier. La machine entière pèse 160 *t*. A 80 tours par minute, le cylindre soufflant donne 500 m^3 d'air à la pression de 0,40 *m* de mercure. Le travail développé est de 500 à 550 *ch*. Nous croyons inutile d'entrer dans de plus grands détails, nos Collègues pourront voir une machine semblable au Champ-de-Mars. (*Stahl und Eisen*, 1[er] avril 1900, page 401.)

8. — **Trafic des combustibles dans le bassin de la Rhur.** — Le *Stahl und Eisen* cite, dans son numéro du 1[er] avril 1900, ce fait curieux que dans la journée du vendredi 23 mars dernier, il a été chargé et expédié dans les houillères et fabriques de coke du bassin de la Ruhr 17 013 wagons de 10 *t*, qui ont reçu 3 402 600 quintaux de houille et de coke. C'est le chiffre le plus élevé qu'on ait constaté jusqu'ici. Le même jour et dans le même bassin on a chargé 3 619 wagons découverts et 2 307 wagons fermés d'autres marchandises, ce qui fait un total de 22 939 wagons. En admettant des trains de 50 wagons, cela ferait 460 trains expédiés dans une même journée. Les 22 939 wagons, à raison de 8 *m* de longueur hors tampons par wagon, donneraient une longueur de 183,5 *km*. Mais ce n'est pas tout; on doit supposer que ces wagons ont été remplacés par autant de wagons vides,

ce qui donne un total de 45 878 wagons formant 960 trains occupant une longueur de 367 *km*, soit le parcours de Cologne, Dusseldorf, Duisburg, Dortmund, Hamm, Minden, Hanovre, Lehrte jusqu'à Meinersen.

9. — **Rails en acier au nickel.** — La Pennsylvania Railway Railroad a fait fabriquer des rails en acier au nickel et les a posés sur la voie gauche de la fameuse courbe du Fer à Cheval, près d'Altona.

Un ordre de 300 tonnes de rails d'acier contenant 3 0/0 de nickel avait été donné le 26 juin 1899 à la Société Carnegie. L'acier était fait par le procédé Bessemer et laminé en rails de 100 livres du type de l'*American Society of Civil Engineers*, poids qui correspond à 49,5 *kg* par mètre courant. La présence du nickel a donné lieu à des difficultés, notamment la fragilité à chaud, telles qu'on n'a pu obtenir que 277 *t* au lieu de 300.

La composition moyenne est la suivante : carbone 0,504 0/0; phosphore, 0,094; manganèse, 1; nickel, 3,22. Au redressage, les rails ont montré une grande rigidité; il faut une force double et souvent le rail fait ressort. Au perçage, la dureté se manifeste très sensiblement; on use quelquefois jusqu'à cinq mèches d'acier ordinaire pour forer un trou d'éclisse.

Ces rails n'ont pas été encore assez longtemps en service pour qu'on puisse émettre une opinion. Ces renseignements sont donnés par une lettre de l'Ingénieur en chef W. H. Brown, adressée au *Railroad Gazette*.

IV^e^ SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

10. — **Le Fibroleum.** — Un manufacturier de Barentin, M. Brigalant, a installé une fabrication dont l'objet est l'utilisation des rognures de cuir.

Ces rognures, réduites en menus fragments, sont macérées en masses de 4 000 *kg* dans des cuves avec une solution alcaline de composition appropriée à la nature de la matière. Au bout de huit à quinze jours, on évacue la solution, on lave le résidu et on le passe dans un appareil défibreur qui le transforme en une pulpe qui, dans la machine à papier, donne des feuilles d'un dixième de milimètre d'épaisseur, assez résistantes. On superpose ces feuilles de manière à obtenir des feuilles de 1 à 10 *cm* d'épaisseur, lesquelles, pressées sous une presse hydraulique et séchées à l'air chaud, présentent l'aspect et la flexibilité du cuir.

Ce produit est susceptible de diverses applications ; on l'emploie pour faire des tentures et recouvrir des meubles, pour certaines parties des chaussures, talons, semelles, etc. Le prix de cette matière est très peu élevé. M. Brigalant installe en ce moment l'outillage nécessaire pour produire 1 000 grosses de contreforts et 5 000 douzaines de talons par jour (*Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, mars 1900).

11. — **Production économique du gaz à l'eau.** — Le gaz à l'eau formé de parties à peu près égales d'oxyde de carbone et d'hydro-

gène est très combustible, mais son coût est relativement élevé. Pour permettre d'obtenir ce gaz dans des conditions avantageuses, M. Carl Dellwik a proposé un procédé dit procédé Dellwik-Fleischer dans lequel la production se divise en deux périodes ; dans la première on insuffle de l'air chaud sous la grille du gazogène pendant environ dix minutes, pour porter le coke à la température la plus élevée possible ; dans la seconde on envoie de la vapeur dans le gazogène pendant que la température est assez élevée pour la décomposition de l'eau, c'est-à-dire pendant 4 ou 5 minutes. Dans la première période, l'appareil fonctionne comme un gazogène Siemens et permet la dissociation de l'acide carbonique et des composés azotés.

Des expériences ont été faites d'abord à Warstein, en Westphalie avec du coke à gaz d'Essen contenant 87,6 0/0 de carbone ; on a obtenu 2 560 *l* de gaz par kilogramme de coke, chiffre qui se réduit à 2 130, si on tient compte du coke nécessaire au chauffage de l'air et à la production de la vapeur. On double ainsi la quantité de gaz ; le gaz obtenu a une densité de 0,536 et un pouvoir calorique de 4 089 par kilogramme. Il contient 0,75 d'hydrogène, 20 d'oxyde de carbone, 3,93 d'azote et 0,88 0/0 d'autres gaz.

Bien que le procédé Dellwick-Fleischer ne date que de deux ans, il est déjà largement employé sur le Continent ; on ne compte pas moins de 30 gazogènes en service fabriquant le gaz pour des usages très variés. On s'en sert notamment pour le soudage des tubes, foyers de chaudières, etc. A la Gutehoffnungs-Hutte, en Westphalie, on emploie un grand four à sole chauffé à ce gaz.

Il est employé aussi pour gaz de ville, d'abord à Koenigsberg, puis à Erfürt, à Remscheid, etc., avec emploi de becs à incandescence ou avec carburation. Son emploi est très avantageux pour les moteurs à gaz. Avec du coke à 11,25 *f* la tonne, le gaz revient à un peu plus de 1 centime le mètre cube, ce qui met à peu près au même prix le coût du cheval-heure. Même avec les prix beaucoup plus élevés actuels du coke, la dépense du moteur à gaz serait encore très faible retativement. *(Sources diverses).*

12. — **Clous en caoutchouc durci.** — Une maison de Hambourg vient de mettre dans le commerce des clous en caoutchouc durci *(Hartgummi-Naegel)*, qui ont une solidité et une résistance tout à fait comparable aux clous en métal et présentent sur ceux-ci l'avantage de pouvoir être employés dans tous les cas où ces derniers présentent des inconvénients graves. Ils ne sont pas attaqués par les agents chimiques, sont mauvais conducteurs de l'électricité et ne sont pas soumis à l'influence magnétique.

Leur emploi est indiqué dans les industries électriques, on n'a pas à craindre avec eux la dérivation du courant toujours à redouter avec les clous en métal. On peut aussi employer des crochets en caoutchouc durci pour la suspension des fils métalliques ; l'enveloppe isolante de ces derniers est moins sujette à être détériorée et, même en cas de détérioration, il n'y a pas à craindre de courts-circuits.

La propriété de ne pas conduire l'électricité et celle d'être insensible

aux influences magnétiques rendent l'emploi de ces clous précieux pour la construction des appareils délicats de laboratoires. Comme il ne peut pas se produire d'étincelles par leur choc avec les marteaux et autres instruments en fer, leur usage est recommandable pour les fabriques d'explosifs et endroits où on a à manipuler ces substances. (*Revista di Artigliera e Genio*, mars 1900, p. 170.)

V^e^ SECTION

Électricité.

13. — **Statistique des chemins de fer et tramways électriques en service en France.** — Le tableau ci-dessous, qui est extrait de l'*Industrie électrique* du 25 mars dernier, permet de se rendre compte des progrès rapides accomplis par la traction électrique.

En une année la longueur des lignes exploitées a presque doublé, tandis que la puissance des stations centrales génératrices s'est accrue de 55 0/0 environ.

ÉLÉMENTS	AU 1^er^ JANVIER 1899	AU 1^er^ JANVIER 1900
Longueur totale des lignes en kilomètres	487,5	752,8
Puissance totale en kilowatts	18 718	28 508
Nombre total des voitures automotrices	759	1 295
Nombre de lignes à conducteur aérien	42	56
— à conducteur souterrain	2	3
— à rail central ou latéral	1	1
— à accumulateurs	6	6
— mixtes (trolley et accumulateurs)	4	4
— mixtes (trolley et caniveau)	1	2
Nombre total de lignes	56	72

G. B.

14. — **Télégraphie multiplex.** — M. Mercadier vient d'inventer un relais télémicrophonique différentiel permettant de recueillir au départ et à l'arrivée tous les signaux formés par des courants ondulatoires sinusoïdaux de périodes variant de 1/480 à 1/900 de seconde par 12^e^ égaux à un demi-ton depuis le si_3 jusqu'au $la\ \frac{1}{4}$.

Cet appareil, ajouté aux électro-diapasons transmetteurs et aux monotéléphones récepteurs dont M. Mercadier est également l'inventeur, permet de transmettre et de recevoir *simultanément*, dans un même circuit, 24 télégrammes.

Des essais pratiques du système ont été faits sur des circuits de 600 à 800 *km* de longueur entre Paris et Toulouse, Paris et Bordeaux, Paris et Pau ; les résultats obtenus ont été des plus satisfaisants. G. B.

15. — **Production de l'énergie électrique nécessaire aux divers services de l'Exposition de 1900.** — Les groupes électrogènes sont au nombre de 38, dont 19 appartiennent à la section française. Cet ensemble pourra fournir 20 245 kilowatts. Les 37 moteurs à vapeur ont une puissance totale de 36035 *ch* indiqués auxquels il convient d'ajouter les 120 *ch* du moteur à gaz Charon qui actionne une dynamo affectée spécialement à l'alimentation de la canalisation provisoire de manutention.

Au point de vue de la nature des courants on a la répartition suivante :

Courant continu 19 groupes, ensemble. . .	8 160 kilow.
Courants alternatifs simples 2 groupes ensemble	1 270
Courants biphasés 1 groupe de	480
Courants triphasés 17 groupes, ensemble. .	10 335
TOTAL	20 245 kilow.

En ce qui concerne la répartition par nationalité des divers groupes électrogènes au point de vue de la puissance totale, on trouve les résultats suivants :

France.	19	groupes	8 075 kilow.
Allemagne . . .	4	—	4 175
Angleterre . . .	3	—	1 900
Belgique. . . .	3	—	1 740
Autriche. . . .	2	—	1 410
Italie	2	—	1 025
Suisse.	3	—	950
Hongrie	1	—	670
Pays-Bas. . . .	1	—	300
		TOTAL.	20 245 kilow.

L'énergie électrique produite par cet ensemble de groupes électrogènes est exclusivement destinée à l'éclairage général, à la transmission de force motrice et au service des chemins élévateurs et ascenseurs électriques.

L'énergie électrique destinée à l'éclairage et à la force motrice nécessaires à certaines entreprises et aux restaurants sera fournie par les secteurs de la rive gauche et des Champs-Élysées ou par des installations particulières d'une puissance inférieure à 120 *ch*.

La plate-forme mobile et le chemin de fer électrique empruntent l'énergie à l'usine que la Compagnie de l'Ouest a installée à Billancourt. Le courant primaire alternatif triphasé à 3000 volts est transformé à une sous-station située sur le quai d'Orsay; elle comporte deux groupes de transformateurs tournants de 600 kilowatts et deux commutatrices de 600 kilowatts.

La tension sur la canalisation secondaire à courant continu est de 500 — 550 volts. (*Électricien*, n° 481, du 17 mars 1900.) G. B.

16. — **La traction électrique applicable aux chemins de fer.** — M. le Ministre des Travaux publics vient de constituer une Commission spéciale chargée d'examiner les questions relatives à l'application de la traction électrique aux chemins de fer.

Dans l'intéressant rapport rédigé par M. le Directeur des chemins de fer au Ministère des Travaux publics, l'attention est apportée sur les expériences qui vont être poursuivies en Italie sur 348 *km* de lignes et qui porteront sur tous les systèmes de traction électrique connus jusqu'à ce jour : accumulateurs, courants triphasés à haute tension distribués par fil aérien, courants continus transmis par un troisième rail.

En France, différentes considérations légitiment tout l'intérêt que l'on peut et doit porter à la mise en valeur de richesses hydrauliques considérables.

La Commission nommée par le ministre a un programme bien déterminé qui est le suivant :

1° Quels sont les essais de traction électrique réalisés, projetés ou étudiés sur les chemins de fer français ? Ces essais sont-ils suffisants ? Répondent-ils à ce qui se fait ou à ce qui se prépare dans les autres pays ? Dans quel sens et sur quels points y aurait-il lieu d'en encourager d'autres ?

2° Les conventions qui lient les Compagnies de chemins de fer sont-elles de nature à permettre et à encourager le développement normal de la traction électrique ? Quelles sont les conventions spéciales qui pourraient être utiles ? Quelles sont les modifications ou additions qu'il conviendrait d'introduire dans les cahiers des charges et dans les règlements d'exploitation ?

3° Y a-t-il lieu de compléter ou de modifier, au point de vue des intérêts des chemins de fer, la législation qui réglemente l'aménagement industriel des cours d'eau ? G. B.

17. — **Une cause d'interruption dans l'éclairage et la traction électriques.** — D'après un journal de Dublin, un rat vivant et un chien mort auraient suffi ces jours derniers à arrêter presque entièrement le fonctionnement de l'éclairage électrique et des tramways dans cette ville. Le premier, en rongeant l'enveloppe isolante d'un conducteur, avait déterminé un court-circuit dont il avait été la première victime et qui a amené l'extinction d'un très grand nombre de lampes ; le second, introduit dans le tuyau d'aspiration de la station centrale de Ringsend, avait arrêté la marche des moteurs et provoqué la suspension momentanée du service des tramways. (*Electrical Review*, 14 mars 1900, page 275.)

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IIe SECTION

Étude de la locomotive. — La chaudière, par MM. E. DEHARME et A. PULIN (1).

Nous avons rendu compte, dans le Bulletin de février 1895, d'un ouvrage de nos Collègues, MM. Deharme et Pulin, intitulé : *Matériel roulant*, *Résistance des trains*, *Traction*, qui constituait le premier volume de l'*Étude de la locomotive*. Nous présentons aujourd'hui le second volume de cette étude, *la Chaudière*, que les auteurs ont bien voulu offrir à la bibliothèque de notre Société en nous demandant d'en faire une analyse sommaire.

Avant de passer rapidement en revue les matières contenues dans cet ouvrage, nous nous faisons un devoir de constater que ce second volume confirme entièrement les appréciations que nous avions exprimées lors de la publication du premier; les auteurs y ont continué l'application des méthodes d'exposition simples et précises qui font de cet ouvrage un guide des plus utiles pour la construction et l'utilisation des machines locomotives.

MM. Deharme et Pulin débutent par une introduction où sont brièvement exposés les progrès successifs qui se sont produits dans le cours de près de cent années, en partant de la locomotive de Trevithick de 1804, la première locomotive construite, qui réunissait déjà les deux premiers des trois éléments caractérisant encore aujourd'hui ce genre de machines, la traction par adhérence, le tirage par échappement dans la cheminée de la vapeur sortant des cylindres et la chaudière tubulaire, pour arriver à la locomotive Compound de l'heure actuelle.

Le premier chapitre traite de la production de la vapeur. Ce phénomène se divise, nous le savons, en deux parties distinctes : la combustion, qui s'opère dans le foyer et sur la grille et produit la chaleur, et la vaporisation qui utilise cette chaleur dans la chaudière pour transformer l'eau en vapeur. Un élément important intervient dans la première phase, c'est le tirage qui assure et règle la combustion par l'appel de l'air qui sert à brûler le combustible.

Toutes ces parties sont étudiées séparément et avec de grands détails. Nous ne pouvons faire ici que les signaler en passant, mais nous devons cependant attirer l'attention sur la fin de cet important chapitre qui constitue plus de la moitié du volume; on y trouve développé le calcul des éléments d'une chaudière de locomotive. Ce calcul n'est basé ni sur des formules algébriques, ni sur des règles empiriques sans aucune base sérieuse; il procède d'un raisonnement rigoureux appuyé sur des résultats d'expériences de haute valeur, au premier rang des

(1) Un volume in-8°, 600 pages, 120 figures dans le texte et 2 planches. Gauthier-Villars, Paris.

quelles il convient de mettre celles du Chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

On part de la puissance constituée par le produit de la vitesse et de l'effort de traction calculé lui-même d'après la charge et le profil, on passe de là à la dépense de vapeur facile à connaître, car la dépense par unité de puissance ne varie dans les machines modernes pour un même type que dans des limites assez étroites. Connaissant le poids de vapeur à dépenser par heure, on passe à celui du combustible à brûler, ce qui permet de déterminer la surface de grille en établissant par un calcul spécial la vitesse de l'air, qui traverse la grille sous un appel déterminé. L'application des coefficients de vaporisation, convenablement choisis suivant certains éléments de la chaudière dans lesquels un des plus importants est la longueur des tubes, permet de déterminer la surface de chauffe.

A ce sujet nos Collègues font remarquer avec raison combien on est revenu de ces énormes surfaces de chauffe que présentaient il y a 30 ans certaines locomotives à marchandises de puissance assez modérée en réalité, surfaces qui atteignaient 200 m^2 et qui n'étaient obtenues qu'à l'aide de tubes de longueur excessive. On réalise aujourd'hui des puissances bien supérieures avec des surfaces de chauffe qui ne dépassent pas 150 m^2.

Le chapitre II traite des appareils de sécurité, indicateurs de niveau d'eau, manomètres, soupapes de sûreté, épreuves des chaudières et timbre.

Le chapitre III est consacré à l'alimentation de la chaudière opérée par des injecteurs et rarement aujourd'hui par des pompes; on y trouve une partie intéressante relative aux réchauffeurs d'eau et à la condensation de la vapeur qui acquiert une certaine importance pour les parcours souterrains dans les villes.

Le chapitre IV étudie la prise de vapeur et les appareils qui l'opèrent. On y trouve traitée la question de l'eau entraînée par la vapeur, et dont la proportion est loin d'être, dans les conditions normales de marche, celle que des légendes basées sur des déductions inexactes tendaient à accréditer.

Le chapitre V parle des accessoires divers de la chaudière, robinetterie, sifflet, enveloppe, appareils de nettoyage, etc.; on y trouve des détails pratiques très utiles.

Le chapitre VI est d'ordre entièrement pratique; il traite, en effet, de la construction de la chaudière en passant successivement en revue les diverses parties, foyer, chaudière, boîte à fumée, tubes, cheminée, etc. et entre dans des détails très circonstanciés sur les dispositions de ces parties, la nature du métal dont elles sont faites, la construction, etc.

Le chapitre VII et dernier est consacré à l'entretien de la chaudière et parle nécessairement de l'importante question des dépôts salins à laquelle est liée celle des désincrustants et surtout celle de l'épuration préalable de l'eau d'alimentation. Ce chapitre se termine par une étude sur les accidents de chaudières au nombre desquels les explosions, qui constituent les plus graves en même temps que les plus rares de ces accidents.

Des annexes sont consacrées à des documents utiles et intéressants tels que des spécifications et des cahiers des charges pour fournitures de matières entrant dans la construction des chaudières.

Nous croyons inutile de faire ici l'éloge de l'ouvrage du contenu duquel nous avons essayé de donner une idée ; il suffira de répéter qu'il mérite en tous points l'appréciation que nous avions formulée sur le précédent volume lors de son apparition. Nous exprimerons seulement le désir que les auteurs ne nous fassent pas attendre trop longtemps le dernier volume qui complétera leur étude magistrale sur la locomotive.

Cette machine qui a produit, associée au rail, la plus grande révolution économique que le monde ait encore vue, a fait encore de sérieux progrès depuis la dernière exposition. Aux personnes qui en douteraient et qui, dominées par un certain ordre d'idées, sont tentées de considérer dès à présent la locomotive à vapeur comme presque une chose du passé nous conseillerons une promenade à l'Exposition du matériel des chemins de fer à Vincennes. Elles y verront la plus belle collection de locomotives (une soixantaine) qui ait jamais été réunie. Elles pourront se rendre compte que la locomotive à vapeur ne paraît pas disposée à baisser pavillon devant ses concurrentes. Sans la regrettable mesure qui l'a fait reléguer si loin du Champ-de-Mars, cette imposante collection eût été un des clous les plus appréciés de l'Exposition de 1900.

A. Mallet.

L'Automobile Théorique et Pratique.

Tome II. **Voitures à Pétrole**, par M. L. Baudry de Saunier (1).

Le deuxième volume de l'ouvrage de M. L. Baudry de Saunier traite des voitures à pétrole ; il fait suite au volume *Motocycles et Voiturettes* dont il a été rendu compte ici même.

Il est impossible de rêver de descriptions plus claires et plus complètes que celles qu'on trouve dans cet ouvrage ; c'est la vulgarisation scientifique poussée au maximum.

Ce livre, qui décrit dans ses moindres détails parfois, un certain nombre de voitures, peut être mis entre toutes les mains, bien que toutefois le technicien y trouve, lui aussi, à s'instruire par les descriptions minutieuses qui sont de véritables dissections de mécanismes.

Successivement les voitures à moteurs verticaux de Dion-Bouton, Panhard et Levassor, Mors, Rochet ; celles à moteurs horizontaux : Darracq, Rochet-Schneider, Peugeot, G. Richard, Delahaye, de Diétrich, Bolide, sont étudiées, et chaque étude forme à elle seule un petit volume. Les avantages de chaque système y sont mis en lumière, et les défauts suffisamment estompés pour ne pas égratigner les intéressés.

Pour chaque système, chaque point caractéristique est étudié en détail avec schémas et photographies à l'appui, puis des conseils sont donnés sur l'utilisation la meilleure à tirer du système décrit, de sorte

(1) Un volume grand in 8°, 512 pages, 252 figures dans le texte. Prix 12 *f*. Chez l'auteur, 22, boulevard de Villiers, Levallois (Seine).

que l'ouvrage est un véritable guide pour l'amateur, en même temps qu'il est un monument de l'art automobile en 1900 pour l'Ingénieur.

C'est à ce double point de vue qu'il importait de le signaler.

Ajoutons que le volume contient quelques chapitres généraux des plus intéressants sur les principaux accessoires, notamment les pneumatiques et le moyen de les réparer, sur le choix, l'emploi et l'entretien des voitures, enfin sur les « pannes » principales qui peuvent survenir aux moteurs et aux mécanismes avec le moyen d'y remédier.

Enfin l'auteur a condensé dans les tableaux de la fin les caractéristiques des principales marques de voitures mécaniques, tant au point de vue du moteur que du véhicule proprement dit. C'est le *vade mecum* de l'automobile.

Lucien Périssé.

Les Automobiles à Pétrole, par M. L. Bochet, Ingénieur des Mines, (1). Extrait des *Annales des Mines* de janvier 1900.

La personnalité de l'auteur, en outre du mérite très réel de l'ouvrage, donne un intérêt tout particulier à l'ouvrage de M. Bochet. L'on sait que c'est sous sa compétente direction d'Ingénieur qu'ont lieu à Paris, depuis 1894, les examens de mise en circulation des automobiles et les examens de conducteurs réglementés par le décret du 10 mars 1899.

L'ouvrage porte le sous-titre *d'essai de description méthodique générale*, et vraiment c'est bien le véritable caractère de cette œuvre intéressante.

Toutes les parties essentielles d'une voiture y sont passées en revue et discutées dans quatre chapitres : Réservoirs et carburateurs, moteurs, transmissions et appareils de sûreté. Chaque solution adoptée par les constructeurs y est, soit décrite en détail, soit indiquée d'un mot, et les renseignements de l'auteur mettent en lumière nombre de points que les visites d'exposition ne suffisent pas à bien faire connaître.

Il semble toutefois regrettable que par un scrupule peut-être excessif, l'auteur se soit attaché à ne citer aucun nom de constructeur, ce qui eût augmenté le profit qu'on trouve de sa lecture, parce que nous avons expérimenté nous-même combien il était difficile d'identifier toutes les dispositions décrites dans cet ouvrage.

Celui-ci est plus qu'un essai, c'est une véritable classification méthodique qui a été faite, et c'est le grand mérite de l'auteur que d'avoir mené à bien cette lourde tâche de cataloguer par catégories les très nombreux dispositifs de l'industrie automobile. Cette classification l'a forcément obligé à donner parfois des détails à peu près inédits sur les systèmes soumis à son examen, pour le plus grand profit du lecteur.

L'œuvre de M. Bochet est du plus haut intérêt au point de vue technique, parce qu'elle discute et fait toucher du doigt les adaptations mécaniques qu'il est possible de réaliser dans les voitures automobiles, tant au point de vue théorique qu'au point de vue de l'art de l'Ingénieur.

Lucien Périssé.

(1) 109 pages de texte in-8° ; V° Ch. Dunod, éditeur, 1900.

La Traction mécanique et les Voitures automobiles, par G. Leroux et A. Revel (1).

En envoyant ce volume nouvellement paru au secrétaire de la Société, notre collègue, G. Leroux, nous disait qu'il n'avait eu d'autre prétention que de permettre à tous de distinguer les uns des autres les nombreux tramways actuellement en service et de ne pas appeler « Electriques » tous les véhicules non attelés de chevaux.

Cette prétention est bien trop modeste, il y a plus que le but indiqué par l'auteur, il y a beaucoup plus dans l'intéressant volume que M. G. Leroux et A. Revel viennent de publier.

Il y a, disons-le de suite, une foule de renseignements de statistique d'exploitation, de pratique des tramways mécaniques que seuls des ingénieurs qui ont eu à créer de toutes pièces l'important service de la traction mécanique à la Compagnie générale des Omnibus étaient en état de connaitre et de publier.

Ces indications viennent mettre au point tous ces renseignements plus ou moins erronés, qu'on peut presque appeler légendaires, qui avaient cours dans le public spécial qui s'occupe des concessions et des exploitations de Tramways sans que le technicien puisse les combattre en présence de la difficulté d'obtenir des renseignements certains émanant des grands exploitants eux-mêmes.

Le livre qui vient de prendre place dans la bibliothèque de la Société a comblé cette lacune, et il faut féliciter très sincèrement les Auteurs d'avoir su le faire avec tact et avec concision, sans plaidoyers *pro domo* tout en ne laissant aucun des points intéressants dans l'ombre.

L'étude complète des systèmes de tramways en usage à Paris : Tramways à vapeur, à air comprimé, tramways électriques des différentes catégories, tramways funiculaires, est non seulement très intéressante pour les techniciens, mais en outre est présentée sous une forme telle que le public peut s'y instruire en y trouvant les indications suffisantes pour éclairer son jugement et se tenir au courant des progrès de la traction mécanique moderne.

Cette étude est encadrée par plusieurs chapitres de considérations générales des plus intéressants sur lesquels nous demandons d'insister particulièrement ici :

Dans un premier chapitre qui traite du développement et des avantages des tramways à traction mécanique, les auteurs ont montré comment et pourquoi il a fallu créer le matériel en usage à Paris et quels avantages le public et les exploitants en retirent : Accroissement de la vitesse, augmentation du confortable, réduction des frais de traction qui doit amener une réduction des tarifs.

Les conditions générales d'installation d'une ligne de tramways mécaniques font l'objet du deuxième chapitre et l'on y trouvera, méthodiquement indiqués les arguments les plus probants relatifs aux comparaisons de l'emploi des locomotives avec celui des automotrices, entre l'emploi des voitures à grande et faible capacité, sur les conditions

(1) 1 volume 394 pages in-8° avec 108 figures intercalées dans le texte. Collection de l'Encyclopédie Industrielle, J.-B. Baillière et Fils, Editeurs. 1900.

d'établissement des voies, enfin sur les avantages et les inconvénients des divers systèmes de traction.

Les indications générales très précises du chapitre III sur les conditions principales que doivent remplir les diverses parties d'une automotrice : truc, caisse, freins, etc., sont surtout pleines de détails inédits très instructifs.

Enfin le chapitre qui termine l'étude de la traction mécanique sur rails, et a pour titre : Organisation des services de traction mécanique, n'est pas le moins intéressant. Les auteurs y traitent de l'organisation du service dans un dépôt de traction mécanique et de l'organisation du service sur la voie publique.

Dans la première partie c'est la visite complète du dépôt à laquelle on fait assister le lecteur : rentrée des voitures, disposition des voies de remisage et influence de celle-ci sur le service, travaux d'entretien, mise en service des voitures, personnel, etc.

Dans la deuxième partie c'est une série de détails d'exploitation se rapportant aux bureaux de stations; par exemple, les auteurs y examinent la question des numéros d'appel (une nécessité, paraît-il) et celle de la correspondance, une conséquence désastreuse et surannée des tarifs en vigueur! et les auteurs ajoutent en matière de conclusion, que l'application de la traction mécanique doit avoir pour but d'accélérer la vitesse des transports en commun, sans aller jusqu'à l'allure dangereuse pour la voie publique, et que pour cela, il paraît nécessaire de chercher, par tous les moyens, à réduire les pertes de temps en cours de route pour obtenir une vitesse commerciale aussi grande que possible.

C'est ce que nous souhaitons très vivement et, comme on l'a dit au cours de la discussion qui a eu lieu sur un sujet analogue devant la Société il y a quelques semaines, il faut penser au voyageur, au pauvre voyageur qui voit avec rage, perdre en stationnements et en palabres avec les dames de l'impériale ou le contrôleur-pointeur, tout le bénéfice du transport mécanique qu'il a souvent payé fort cher, eu égard à la faible distance parcourue.

La deuxième partie du livre est un aperçu rapide des véhicules automobiles sur routes aussi bien les véhicules légers que les véhicules lourds, avec annexes documentaires intéressantes. Cette partie du livre n'a certes pas l'originalité de la précédente, et peut-être les auteurs sont-ils moins familiers avec les détails des sujets traités, mais il y a de bonnes considérations générales à consulter.

En résumé, le traité de la *Traction mécanique* de MM. G. Leroux et A. Revel est un des livres les plus intéressants qui aient été écrits sur ce sujet, parce qu'il a pour auteurs des praticiens. Il fait toucher du doigt, comme dit l'avant-propos, les degrés mêmes des progrès accomplis chaque jour dans cette branche de l'industrie, et il montre la lutte de l'Ingénieur moderne contre les difficultés d'application de la découverte nouvelle, la lente et incertaine ascension vers le mieux.

Lucien PÉRISSÉ.

Le Gérant, Secrétaire Administratif.
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 9374-4-00. — (Encre Lorilleux)

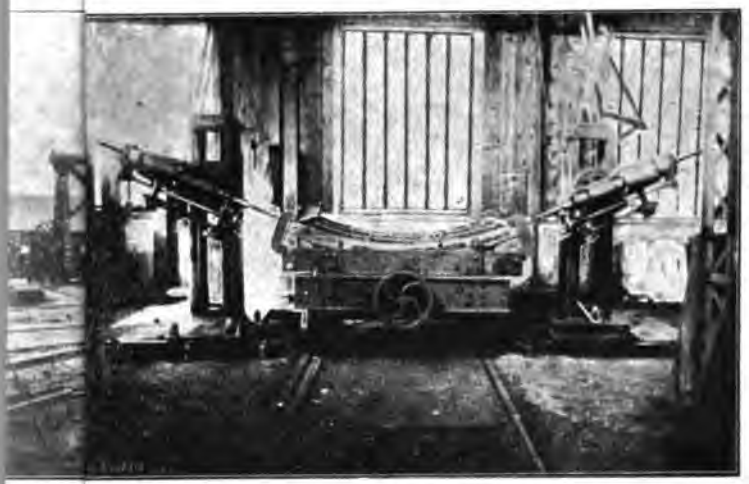


Fig. 5.

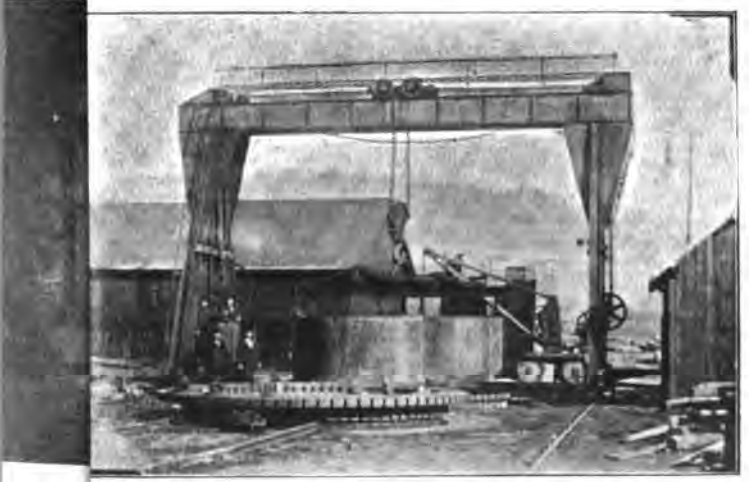


Fig. 10.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

JUIN 1900

(Première Quinzaine)

N° 11.

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 4 MAI 1900

PRÉSIDENCE DE M. G. CANET, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 9 heures; M. le général Gallieni, Gouverneur général de Madagascar, M. le colonel Roques, Directeur des travaux publics à Madagascar, M. Boutteville, Inspecteur général des travaux publics aux colonies, prennent place au Bureau.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès de plusieurs de nos Collègues.

Ce sont MM. :

Dez (J.), ancien élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons (1856); Membre de la Société depuis 1865, a été Ingénieur, fondé de pouvoirs de la maison Degousée, Ch. Laurent et Cie (E. Lippmann et Cie, successeur) et Directeur de l'usine à chaux hydraulique de Contes-les-Pins, près Nice ;

Forey (M.), ancien élève de l'École centrale (1837); Membre de la Société depuis 1857, a été Directeur des Hauts Fourneaux de Montluçon, chevalier de la Légion d'honneur ;

Gaudineau (J.), ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers (1844) ; Membre de la Société depuis 1866, ancien constructeur d'appareils à gaz, chevalier de la Légion d'honneur ;

Lhomme (P.-E.), ancien élève de l'École Centrale (1856) ; Membre de la Société depuis 1864, Ingénieur-conseil pour les mines et la métallurgie ; Directeur de la Société générale du Harnachement métallique ;

Sigaut (J.), Membre de la Société depuis 1897, Industriel, Vice-Président de l'Académie nationale agricole, manufacturière et commerciale; Rapporteur de l'Exposition universelle de 1900.

M. LE PRÉSIDENT fait connaître que notre ancien Président, M. Léon Appert, a été nommé Membre du Conseil supérieur du Travail.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance; cette liste figurera au prochain *Bulletin*.

Parmi ces ouvrages, M. LE PRÉSIDENT signale l'envoi qui nous a été fait, par le ministre des Travaux publics d'Italie, d'un ouvrage (texte et atlas) sur le projet d'aqueduc de Puglièse.

M. LE PRÉSIDENT dit que la Société a aussi reçu :

1° Du Congrès international des Mines et de la Métallurgie, la liste des questions introduites par des rapports préparés et distribués avant le Congrès ;

2° Du Ministère du Commerce et de l'Industrie, le programme des concours ouverts pour l'emploi de professeur de divers cours aux Écoles nationales d'Arts et Métiers ;

3° Du Ministère des Colonies, une note relative aux adjudications qui doivent avoir lieu dans le cours de cette année, pour l'exécution des travaux du chemin de fer de l'Indo-Chine.

Ces trois documents sont déposés au Secrétariat à la disposition des Membres de la Société.

L'ordre du jour appelant la communication de M. J.-J. MARIÉ sur les *Voies de communication et moyens de transport à Madagascar*, présentée au nom de la Commission des Études coloniales, M. le Président rappelle d'abord les motifs qui ont décidé le Comité à instituer ladite Commission.

M. LE PRÉSIDENT montre combien les études coloniales sont utiles dans les milieux techniques et industriels, et combien, par suite, elles intéressent notre Société qui ne pouvait y rester étrangère et qui a nommé une Commission pour s'occuper spécialement de ces questions. Cette Commission, sous la présidence de M. Badois, a tenu de nombreuses séances et a commencé à réaliser le programme qui lui avait été tracé; du reste, M. J.-M. Bel va présenter un exposé des travaux de la Commission. Mais, auparavant, M. le Président salue avec reconnaissance M. le général Gallieni, Gouverneur général de la colonie, et M. le colonel Roques, Directeur des travaux publics à Madagascar, qui ont bien voulu donner, par leur présence, un précieux encouragement à nos travaux et, au nom de la Société, il forme les vœux pour le succès et la prompte réalisation de l'œuvre importante qui va être entreprise à Madagascar.

M. J.-M. BEL, après avoir remercié M. le Président des bienveillantes paroles adressées à la Commission des Études coloniales, fait connaître sommairement les travaux de celle-ci depuis sa création, en juin 1899 ; il indique comment elle a été amenée à consacrer sa première étude aux voies de communication et moyens de transport à Madagascar et, par cela même, à constituer un dossier dans lequel M. Bel signale les documents les plus intéressants pour montrer dans quel ordre d'idées la Commission a compris son rôle.

M. J.-M. Bel fait un exposé géographique et historique fort intéressant au sujet de notre grande île africaine, puis il aborde la question qui va être présentée ce soir, celle des chemins de fer à Madagascar. Il indique enfin les travaux qui sont à l'étude à la Commission des Études coloniales : réseaux des chemins de fer d'Indo-Chine et de Chine, du Soudan, de l'Abyssinie, du Sahara, etc., pour lesquels elle recevra avec reconnaissance les communications de nos Collègues.

M. J.-J. MARIÉ présente, au nom de la Commission des Études coloniales, sa communication sur les *Voies de communication et moyens de*

transport à Madagascar, il donne lecture des passages les plus saillan. de son travail, lequel a été publié par avance dans le Bulletin de ma. (première quinzaine).

M. LE PRÉSIDENT, après avoir remercié M. J.-J. Marié de son exposé, donne la parole à M. le colonel Roques pour quelques observations.

M. le colonel ROQUES complète les indications do M. Marié en donnant d'intéressants renseignements sur la main-d'œuvre qui sera appelée à concourir à la construction du chemin de fer : main-d'œuvre indigène pour la préparation des chantiers, main-d'œuvre étrangère pour l'exécution proprement dite des terrassements et des travaux d'art.

M. le colonel ROQUES indique également les conditions d'exécution du tracé qu'il a étudié, notamment la tenue des terrains au sujet desquels il est projeté de très intéressantes photographies relatives à cette question.

M. F. HONORÉ demande quelques indications complémentaires au sujet de la main-d'œuvre extérieure dont M. le colonel Roques a indiqué l'emploi.

M. le général GALLIENI indique qu'il compte sur deux sources de main-d'œuvre étrangère à l'île : d'une part, la main-d'œuvre fournie par les indigènes vivant dans le Sud-Afrique, dont la plupart sont inoccupés par suite de la guerre anglo-boer ; 2 000 d'entre eux, récemment recrutés pour les services publics de la colonie, vont être importés à Madagascar ; d'autre part, la main-d'œuvre chinoise amenée par des entrepreneurs du Tonkin, ou même provenant directement des provinces chinoises. De plus des missions ont été envoyées au Japon et à Java pour savoir dans quelle proportion des appels à cette excellente main-d'œuvre pourront être faits.

M. le général GALLIENI indique la nécessité de ne pas déplacer les travailleurs des différentes races de Madagascar de leur pays d'origine ; quant aux Hovas, ce seront d'excellents agents commerciaux quand le chemin de fer aura établi les communications entre l'Emyrne et la mer.

M. HONORÉ demande dans quelles conditions on peut, en attendant le chemin de fer, utiliser les bêtes de somme pour les transports de l'île.

M. le général GALLIENI donne de très complètes explications sur ce sujet, mais il montre la difficulté d'avoir de bons conducteurs d'animaux et la nécessité de ne pas déplacer les animaux de leur région d'origine. Il se déclare partisan de la traction mécanique aux colonies qui lui paraît avoir plus d'avenir à Madagascar que la traction animale, et, pour en faire l'essai, il emmènera de France, le mois prochain, plusieurs voitures automobiles.

M. L. REY demande si l'on a pu se rendre compte approximativement du prix de revient probable du chemin de fer. Il demande comment ont été prévues les traverses de la voie.

M. le colonel ROQUES donne les prix de la construction, de la chaux, de la main-d'œuvre qui permettent d'indiquer comme prix de revient

celui de 167 000 *f* le kilomètre, y compris 8 000 pour le matériel roulant. Quant aux traverses de la voie, elles seront en métal, sauf dans la partie correspondant à la traversée des forêts, où elles seront en bois, ce qui permettra de réaliser une sensible économie.

M. A. Lavezzari demande si, au sujet du tracé du chemin de fer, il n'aurait pas été avantageux de prévoir l'emploi de la crémaillère sur les pentes les plus rapides.

M. le colonel Roques expose les raisons pour lesquelles l'emploi de la crémaillère n'est pas avantageux à Madagascar, cela tient à la nature même du pays et à l'orientation des obstacles à franchir.

M. le général Gallieni remercie M. le Président de l'accueil sympathique qui lui a été fait par la Société des Ingénieurs Civils ainsi qu'au colonel Roques; cet accueil sera un précieux encouragement dans la lourde tâche qui va être entreprise dans deux mois (1).

M. le Président remercie M. le général Gallieni de ses aimables paroles et annonce que notre Collègue M. Coiseau demande à reporter sa communication à une séance ultérieure. Il propose donc ce renvoi. *(Adopté.)*

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. A. Baron, P. Besson, M. Boutté, H. Chabal, M. Cornet y Masriera, P. Ferry, H. Ferry, F. Fromohlt, L. Grugnet, G. Guary, J. Lavergne, A. Lemoine, D. Longuet, G. Marconet, H. Marot, N. Melik, P. Philippon, J. Ricard, comme membres sociétaires, et de M. J. Boyau, comme membre associé.

Sont admis comme Membres Sociétaires, MM.

Ch. Archinard,	présenté par MM.	Canet, Boulogne, H. Durand.
P. Bordier,	—	Boué, Joubert, Millet.
E. Bourdonnay,	—	Dumont, Baignères, Peigné.
A. Boyer,	—	A.-J. Boyer, Chabrier, Honoré.
P. Chagot,	—	Delpeuch, Dumontant, Peguin.
E. Gateau,	—	Du Bousquet, Gaumont, F. Richard.
J. Gérébiatieff,	—	A. Mallet, Mongon, Rubin.
G. Hiverge,	—	Mesureur, Quiniou, Simonet.
H. Huguenot,	—	Lacaze, Laurain, Rouget.
J. Kermina,	—	Dumont, Guillemant, Peigné.
L. Lemoniez,	—	Casalonga, Dargent, Tramblin.
E. Le Naour,	—	Casalonga, Clamens, Gaune.
G. Lestrade,	—	Chasteau, L. Lambert, Duplaix.
J. Mendes Diniz,	—	Goncalves Chaves, A. Duprat, Costa Da Cunha Lima.
J. Patoureau,	—	Mesureur, Lemerle, Robin-Langlois.
Ch. Pot,	—	Dumont, Dumontant, Peguin.
J.-F. Reymond,	—	Canet, Buquet, F. Reymond.
J. Richard,	—	Canet, L. Salomon, de Dax.

(1) Le compte rendu *in extenso* de cette discussion sera inséré au Bulletin.

J. Robelet, présenté par MM. Mesureur, Casalonga, Marillier.
P. Robert, — Blache, Faucher, Montupet.
A. de Romeu, — Ganne, Manaut, Ch. Viellard.
O. Struve, — Podrousky, Yankowski, Zdziarski.
A. Thomas, — Delhôtel, Lamboi, Ménager.
M. Weyl, — Baër, Delaperrière, Ménager.

Comme Membres Associés, MM.

J. Farisy, présenté par MM. Grosselin, Lemonnier, Tixier.
H. Maës, — Appert, Loreau, Couriot.
Y. Tardif, — Bricq, Burot, Leprince.

La séance est levée à 11 heures un quart.

Le Secrétaire,
Lucien Périsse.

OUVRAGES REÇUS

Du 4 au 18 mai 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Agriculture.

Ier Congrès des Constructeurs et Négociants de Machines agricoles établis en France et des Industries qui s'y rattachent, tenu à Paris en 1899, sous la présidence de M. le Ministre de l'Agriculture. Compte rendu in extenso. Publié par la Chambre syndicale des Constructeurs de Machines et Instruments d'Agriculture et d'Horticulture de France (in-8°, 270 × 185 de 147 p. avec 7 fig.). Paris, 10, rue de Lancry, 1899. 39767

Chemins de fer et Tramways.

Accumulateurs de chaleur pour les chaudières de locomotive, système breveté V. D. Kouznetzoff (Exposition universelle de 1900. Russie. Chemins de fer de l'État : Moscou-Koursk et Moscou-Nijni-Novgorod (in-8°, 125 × 140 de 16 p. avec 2 pl.). Moscou, Michalkoff, 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39734

Constructions pour le dépôt du blé et agencement pour son transport par les chemins de fer de l'Empire. Chemin de fer de l'État Kharkow-Nicolaew (Russie. Administration des chemins de fer de l'Empire Russe. Exposition universelle de 1900) (in-8°, 245 × 160 de 27 p.). Roanne, P. Roustan, 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39728

Flamache (A.), Huberti (A.) et Stévart (A.). — *Traité d'Exploitation des chemins de fer*, par A. Flamache, A. Huberti et A. Stévart. *Tome premier* (in-8°, 285 × 200 de 347 p. avec 23 pl.). — *Tome deuxième, 1er Fascicule* (in-8°, 285 × 200 de VIII-pages 1 à 210 avec 17 pl.). *Tome deuxième, 2e Fascicule* (in-8°, 285 × 200 de XI-pages 211 à 320 avec pl. 18 à 39). Liège, Charles Desoer, 1885, 1887, 1889. 39760 à 39762

La Presse pour le moulage rapide des plombs de wagons. (Russie. Administration des Chemins de fer de l'Empire Russe. Exposition universelle de 1900. Chemin de fer de l'État Kharkow-Nicolaew) (1 feuille in-4°, 240 × 245). Roanne, P. Roustan, 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39733

Les principaux ateliers de wagons à Kroukoff-sur-Dniéper. Chemin de fer de l'État Kharkow-Nicolaew (Russie. Administration des Chemins de fer de l'Empire Russe. Exposition universelle de 1900) (in-8°, 245 × 160 de 24 p.). Roanne, P. Roustan, 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39730

Pont sur la rivière Soula. Chemin de fer de l'État Kharkow-Nicolaew (Russie. Administration des Chemins de fer de l'Empire Russe. Exposition universelle de 1900) (in-8°, 245 × 160 de 12 p. avec 5 pl.). Roanne, P. Roustan, 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39729

Statistique des Chemins de fer français au 31 décembre 1898. Documents principaux (Ministère des Travaux publics. Direction des chemins de fer) (in-4°, 310 × 235 de IX-530 p., avec 1 carte). Paris, Imprimerie Nationale, 1900. 39716

Voiture de 3e classe (wagon-lit). Chemin de fer de l'État Kharkow-Nicolaew (Russie. Administration des Chemins de fer de l'Empire Russe. Exposition universelle de 1900) (in-8°, 245 × 160 de 12 p. avec 2 pl.). Roanne, P. Roustan, 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39731

Wagon de marchandises couvert du type normal. Chemin de fer de l'État Kharkow-Nicolaew (Russie. Administration des Chemins de fer de l'Empire Russe. Exposition universelle de 1900) (in-8°, 245 × 160 de 16 p. avec 2 pl.). Roanne, P. Roustan, 1900 (Don de M. A. d'Abramson, M. de la S.). 39732

Construction des Machines.

HATON DE LA GOUPILLIÈRE. — *Cours de machines*, par Haton de la Goupillière. *Tome premier* (in-8°, 250 × 160 de VII-901 p. avec 308 fig.). — *Tome deuxième* (in-8°, 250 × 160, de XII-909 p. avec 776 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1889, 1892. 39763 et 39764

HIRSCH (J.) et DEBIZE (A.). — *Leçons sur les machines à vapeur*, par J. Hirsch et A. Debize. — *Tome premier* (in-8°, 245 × 160 de XVIII-1088 p. avec 267 fig. et atlas 450 × 620 de 17 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1891. 39765 et 39766

MARCHAND-BEY (E.). — *Théorie élémentaire générale et complète des pompes centrifuges*, par E. Marchand-Bey (2 dossiers manuscrits, 350 × 220) (Don de l'auteur, M. de la S.). 39768 et 39769

Économie politique et sociale.

DEISS (ÉD.). — *Études sociales et industrielles sur la Belgique*. Notes de voyage, par Édouard Deiss (in-18, 190 × 120 de 328 p. avec 54 fig.). Paris, Guillaumin et Cie, 1900 (Don de l'Éditeur). 39719

JUGLAR (CL.). — *Les crises et la reprise des affaires. Possibilité de les prévoir par la corrélation entre l'encaisse et le portefeuille des banques*, par Clément Juglar (une feuille 500 × 650). Paris, Imprimerie Dufrénoy (Don de l'auteur). 39771

L'Économie sociale et les Institutions de prévoyance dans le département de la Marne et à Reims (Exposition internationale de 1900 à Paris. Comité départemental de la Marne) (in-8°, 250 × 165 de 10-406-210 p. avec 7 pl.). Reims, Henri Matot, 1900 (Don de M. H. Poitevin, M. de la S.). 39722

Électricité.

BORGMANA (I.-I.). — *Magnitnyi Petoke i ego diéstviia*, za I.-I. Borgmana (Elektrotekhnitcheskaia Biblioteka, Tome II), (in-8°, 225×155 de 148 p. avec 61 fig.). S: Peterbourghe, Izadanie Journala Elektritchestvo, 1900, 2 oe-izdanie (Don de l'Éditeur).
39720

Géologie et Sciences naturelles diverses.

CHALON (P.-F.). — *Recherche des eaux souterraines et captage des sources*, par Paul-F. Chalon (in-18, 180 × 115 de 184 p.). Paris, Ch. Béranger, 1900. 2e édition (Don de l'auteur, M. de la S.).
39772

DAUBRÉE (A.). — *Les eaux souterraines à l'époque actuelle. Leur régime, leur température, leur composition au point de vue du rôle qui leur revient dans l'économie de l'écorce terrestre*, par A. Daubrée. *Tome premier* (in-8°, 255 × 165 de III-455 p. avec 189 fig.). — *Tome second* (in-8°, 255×165 de 302 p. avec 43 fig.). — *Tome troisième* (in-8° 255×165 de 443 p. avec 156 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1887. 39754 à 39756

Nineteenth Annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior, 1897-98, Part III (in-8°, 290 × 200 de 785 p. avec 11 illust. dont 4 hors texte et 6 fig.). — *Part V* (in-8°, 290 × 200 de 400 p. avec 110 illust. dont 16 hors texte et 2 fig.). Washington, Government Printing Office, 1899.
39723 à 39725

Société Française de Forage et de Recherches minières (Brevets Raky). Notice sur l'objet de la Société et sur les applications de ses procédés. (Exposition universelle de 1900. Groupe XI. Classe 63) (in-8°, 240 × 160 de 31 p. avec 1 pl.). Paris, L. de La Berthellière, 1900 (Don de M. J. Hebert, M. de la S.). 39735

Twentieth Annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior, 1898-99. Part I (in-8°, 290×200 de 551-XI p. avec 2 illust. hors texte). Washington, Government Printing Office, 1899. 39726

Législation.

AUCOC (L.). — *Conférences sur l'Administration et le Droit administratif faites à l'École des Ponts et Chaussées*, par Léon Aucoc. *Tome premier* (in-8°, 235-150 de XXXI-836 p.). *Tome deuxième* (in-8°, 235 × 150 de 866 p.). Troisième édition. Paris, Vve Ch. Dunod, 1885, 1886. 39743 et 39744

Förteckning öfver Svenska Teknologföreningens Ledamöter. April 1900 (in-8°, 205 × 135 de 72 p.). Stockholm, A.-L. Normans, 1900.
39737

Navigation aérienne, intérieure et maritime.

Chambre de commerce de Cambrai. Rapport présenté par la Chambre de Commerce de Cambrai au Congrès des Chambres de Commerce à Arras. Enquête sur les voies de communication du Nord vers Paris (in-4°, 270 × 185 de 10 p.). Cambrai, Regnier frères, 1900. 39718

Chambre de commerce de Dunkerque. Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie. Enquête sur les voies de communication. Réponses au Questionnaire annexé à la Circulaire de M. le Ministre du Commerce en date du 1er Février 1900 (in-4°, 315 × 215 de 29 p. avec 1 carte). Dunkerque, Imprimerie Dunkerquoise, 1900. 39717

List of the Chinese Lighthouses, Light-Vessels, Buoys and Beacons for 1900. Corrected to 1 st December 1899. Twenty-eighth Issue (China, Imperial Maritime Customs III. Miscellaneous Series N° 6) (in-4°, 280 × 220 de 53 p. avec 3 pl.). Shanghaï, Kelly and Walsh, 1900. 39736

Ports maritimes de la France. Tome septième, 2e partie, 1re section. Marseille (in-8°, 280 × 180, pages 1 à 596). *Tome septième, 2e partie, 2e section. Du Frioul à Menton* (in-8°, 280 × 180, pages 593 à 1076) (Ministère des Travaux publics). Paris, Imprimerie Nationale, 1899. 39738 et 39739

Société anonyme du Canal et des Installations maritimes de Bruxelles. Troisième exercice social. Année 1899. Rapport présenté par le Conseil d'administration (in-4°, 300 × 225 de 39 p.). Bruxelles, Imprimerie des Travaux publics, 1900. 39740

Sciences mathématiques.

CASTANHEIRA DAS NEVES (J. P.). — *Notice sur les Etudes de résistance et essais des matériaux de construction en Portugal*, par J. P. Castanheira de Neves (Exposition universelle de 1900. Section Portugaise. Portugal, Ministère des Travaux publics, du Commerce et de l'Industrie, Direction des études et essais des matériaux de construction) (in-8°, 225 × 155 de 54 p. avec 6 pl.). Lisbonne, Libanio da Silva, 1900 (Don de l'auteur). 39773

COLLIGNON (ÉD.). — *Cours de mécanique appliquée aux constructions. Première partie. Résistance des matériaux*, par Édouard Collignon. Troisième édition revue et augmentée (in-8°, 240 × 150 de VII-880 p. avec 384 fig. et 5 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1885. 39753

MARCHAND-BEY (E.). — *Nouveaux principes en mécanique appliquée relative aux corps soulevés verticalement à une grande vitesse* (ω) *sans tenir compte de la résistance de l'air*, par E. Marchand-Bey (1 dossier manuscrit, 350 × 230) (Don de l'auteur, M. de la S.). 39770

Sciences morales. Divers.

Memoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Clermont-Ferrand. Deuxième série. Fascicule douzième (in-8°, 250 × 160 de 515 p.). *Fascicule treizième* (in-8°, 250 × 160 de 409 p.). Clermont-Ferrand, Louis Bellet, 1898, 1899. 39741 et 39742

Technologie générale.

CLAUDEL (J.) et BARRÉ (L.). — *Formules, tables et renseignements usuels. Aide-mémoire des Ingénieurs, des Architectes. etc. Partie pratique*, par J. Claudel. Dixième édition entièrement refondue, par L.-A. Barré. *Tome premier* (in-8° 225 × 140 de XXIII-pages 1 à 1008 avec 172 fig.). — *Tome second* (in-8°, 225 × 140 de XX-pages 1009 à 2157 avec fig. 172 à 362 et 3 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod. 1892. 39751 et 39752

CLAUDEL (J.) et BARRÉ (L.). — *Introduction à la science de l'Ingénieur. Aide-mémoire des Ingénieurs, des Architectes, etc. Partie théorique*, par J. Claudel. Septième édition revue et considérablement augmentée, par L.-A. Barré (in-8°, 225 × 140 de XVI-1220 p. avec 725 fig. et 3 pl.), Paris, Vve Ch. Dunod, 1885. 39750

CORDAY (M.). — *Comment on a fait l'Exposition*, par Michel Corday (in-18. 190 × 120 de 322 p. avec nombreuses illustrations). Paris, Ernest Flammarion, 1900 (Don de l'Éditeur). 39727

TIMONOFF (V.-E. DE). — *Exposition universelle de Paris. 1900. Notice sur les objets exposés par V.-E. de Timonoff* (in-8°, 210 × 155 de 28 p.). Saint-Pétersbourg, Trenké et Fusnot, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39721

Travaux publics.

BELGRAND. — *Les travaux souterrains de Paris. — III. Première partie. Les eaux. Première section. Les anciennes eaux*, par M. Belgrand (atlas 470 × 330 de 29 pl.). — *IV. Première partie. Les eaux. Deuxième section. Les eaux nouvelles*, par M. Belgrand (in-8°, 275 × 175 de VIII-396 p. avec atlas, 470 × 333 de 45 pl.). — *V. Deuxième partie. Les égouts. Troisième partie. Les vidanges*, par M. Belgrand (in-8°, 275 × 175 de XII-397 p. avec atlas. 485 × 335 de 16 pl.). Paris, Dunod, 1877, 1882, Vve Ch. Dunod, 1887. 39745 à 39749

DEBAUVE (A.). — *Distributions d'eau. Égouts*, par M. A. Debauve. — *Tome premier* (in-8°, 250 × 155 de 712 p. avec 215 fig.). — *Tome second* (in-8°, de 250 × 155 de 606 p. avec 57 fig. et atlas. 320 × 250 de 43 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1897. 39757 à 39759

LA STÉRILISATION
DES EAUX ALIMENTAIRES

PAR

M. Albert BERGÉ.

M. le docteur Chantemesse disait récemment comme conclusion d'une remarquable étude sur les épidémies de typhus : « On doit avouer que les difficultés sont telles, pour alimenter d'eau potable une grande ville, que l'on ne peut guère espérer atteindre la perfection par les seuls procédés usuels; on ne sera sûr des eaux que l'on distribuera que le jour où l'on se servira d'eaux potables fabriquées artificiellement, c'est-à-dire épurées par des produits chimiques. »

En effet, si d'une part il est très difficile pour une ville de se procurer de l'eau potable, il n'est d'autre part pas prudent de livrer à la consommation une eau simplement filtrée.

« Les bactéries sont, suivant la belle image de Pasteur, des poisons qui vivent et se reproduisent » ; or un filtre peut être excellent pour retenir les matières en suspension, sans parvenir à débarrasser l'eau de ces êtres microscopiques qui se développent avec une surprenante rapidité dans la masse même du filtre.

Les filtres dans le genre de ceux préconisés par Pasteur peuvent seuls échapper à cette critique, à la condition d'être bien conduits. Dans tous les cas, leur faible débit ne permet pas de les appliquer économiquement à des installations importantes.

L'épuration purement mécanique n'offre pas de garanties suffisantes au point de vue de l'hygiène ; il importe donc d'avoir recours, comme le dit si bien M. le docteur Chantemesse, à l'épuration chimique des eaux. De nombreux procédés ont été proposés dans ce sens, mais n'ont généralement pas répondu à l'attente de leurs auteurs.

L'ozone a depuis quelque temps de nombreux partisans, aussi convient-il de s'y arrêter un instant.

Les propriétés oxydantes de ce produit chimique ont attiré

depuis de nombreuses années l'attention de divers savants et voilà longtemps que l'idée d'employer l'ozone à la stérilisation des eaux a été développée.

En 1894, MM. Siemens et Halske firent en Allemagne des essais industriels, qui ne donnèrent du reste pas de résultats pratiques.

Depuis de nombreux chercheurs reprirent la question en modifiant les appareils producteurs d'ozone et la mise en contact de l'eau avec le réactif chimique.

Mais la production de l'ozone exige un immense matériel électrique coûteux et d'un amortissement élevé par suite de l'usure rapide des appareils.

L'ozone étant très peu soluble, il faut une installation très compliquée pour arriver à mettre à peu près toutes les parties de l'eau en présence de l'agent chimique. De là une grande quantité de dispositifs préconisés pour atteindre le but, et de là en même temps les insuccès divers provenant de la difficulté de réaliser pratiquement de telles conditions.

On prétend, il est vrai, que l'ozone offre de tels avantages qu'il compense largement la peine qu'on se donne pour le produire et le mêler intimement avec l'eau.

« L'ozone, dit-on, n'est que de l'air électrisé ; ce n'est pas un produit chimique pouvant nuire à la santé. » Cette façon de présenter le choses n'est pas exacte. Ne pourrait-on appliquer le même raisonnement au peroxyde d'azote qui, lui ausi, est obtenu par l'action de l'étincelle électrique sur l'air ?

En réalité l'ozone est un composé chimique nettement caractérisé ; l'un des modes de production de ce corps est l'électrisation de l'air dans certaines conditions.

Ce produit chimique est inoffensif ? Absolument pas !

Les nombreux savants qui ont étudié cette question sont d'accord pour reconnaitre que l'ozone a une influence marquée sur l'apparition des diverses maladies des voies respiratoires, l'influenza par exemple.

Cette toxicité de l'ozone est un fait classique ; dans l'encyclopédie chimique de Frémy, par exemple, nous lisons (t. II, fas. I, p. 39) :

« Lorsque de l'air renferme quelques centièmes d'ozone, on doit éviter de le respirer, car il déterminerait bientôt une inflammation des voies respiratoires. »

L'eau stérilisée par ce produit n'en est pas immédiatement débarrassée ; de nombreuses expériences le prouvent :

M. Van Ermangen, qui fit un rapport favorable sur la matière, reconnaît qu'il faut de 12 à 24 heures pour que les réactifs n'indiquent plus dans l'eau la présence de l'ozone.

En présence de ces inconvénients, mon père et moi avons recherché s'il n'existait pas d'autre produit capable de stériliser les eaux, tout en étant d'une manipulation plus simple.

Le *peroxyde de chlore* nous a donné en ce sens entière satisfaction.

Sa production est simple et économique; son extrême solubilité assure, sans dispositif spécial, un contact intime entre l'eau et le réactif.

Ses propriétés sont absolument inoffensives, par suite de sa grande solubilité et de son extrême instabilité.

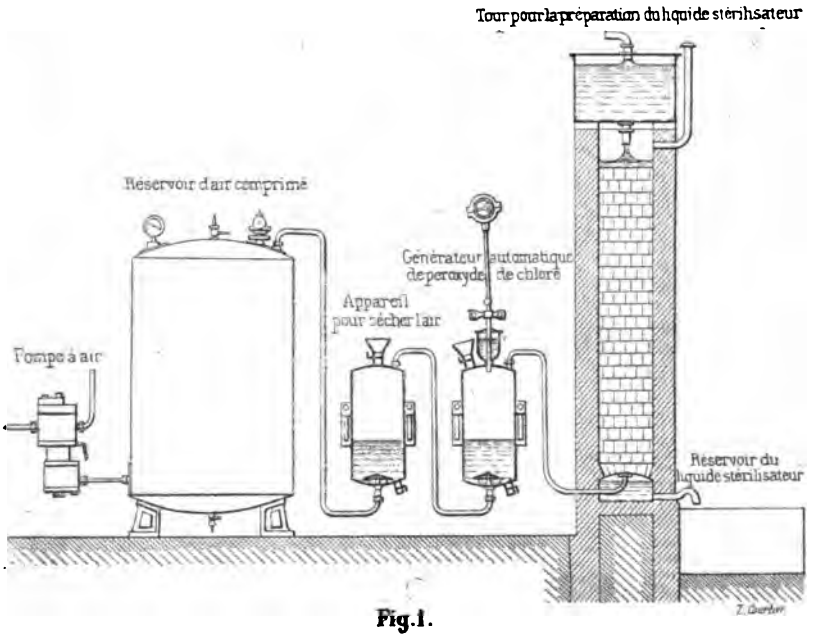


Fig. 1.

Examinons d'abord le procédé en détail, il nous sera aisé ensuite de le comparer à celui de l'ozone.

Voyons en premier lieu le mode de préparation du peroxyde de chlore; il est très simple.

De l'acide sulfurique à 58° B. décompose lentement le chlorate de potasse; un courant d'air entraîne le gaz au fur et à mesure de sa production. Cet air, chargé de peroxyde de chlore, peut être conduit directement dans l'eau à épurer; il est cepen-

dant plus pratique de préparer, à l'aide de ce dernier, une solution concentrée de peroxyde, qui, versée régulièrement dans l'eau, la stérilise d'une façon continue.

Nous reproduisons ici deux des dessins les plus caractéristiques. La figure 1 est le schéma des appareils utilisés pour la préparation des solutions de peroxyde de chlore :

Une pompe foule de l'air dans un réservoir ; cet air se sèche

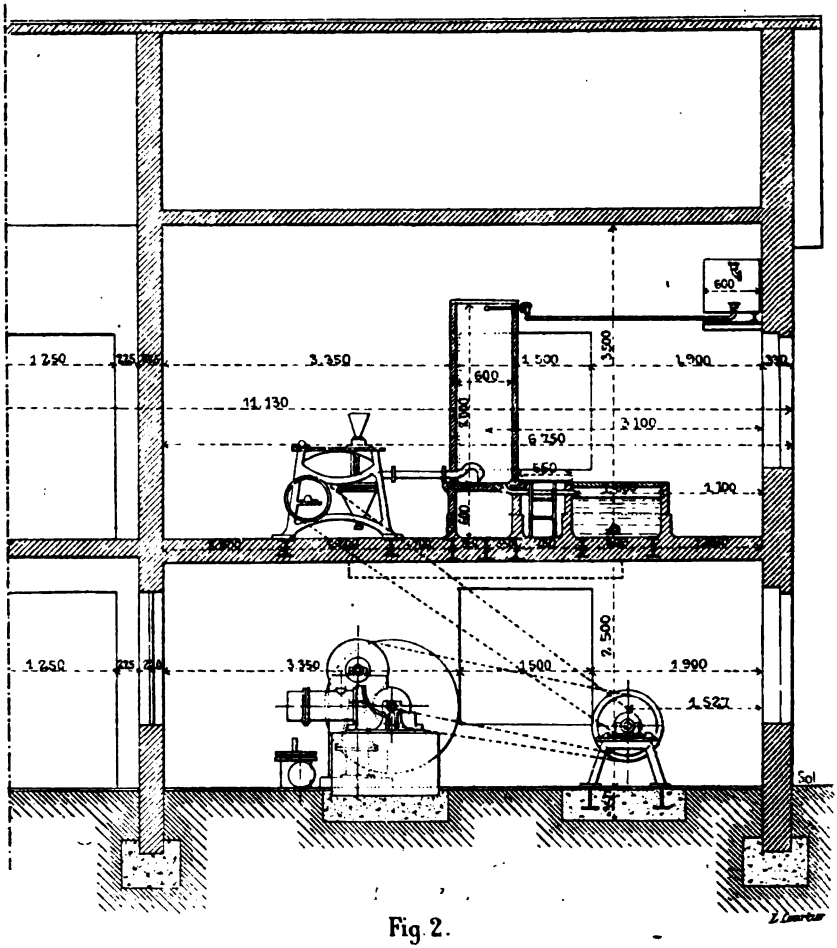


Fig. 2.

plus ou moins en passant dans un premier appareil en plomb contenant de l'acide sulfurique. De là il débouche au fond d'un deuxième appareil en plomb renfermant également de l'acide sulfurique, mais muni à sa partie supérieure d'un réservoir à chlorate et traversé au centre par une tige annelée qui, par un

mouvement de va-et-vient, assure l'arrivée régulière et continue du chlorate.

L'air chargé de peroxyde débouche au pied d'une tour garnie de pierres réfractaires et s'y dissout pour former le liquide stérilisateur qui est recueilli dans un réservoir.

La figure 2 est une coupe permettant de se rendre compte des dispositifs adoptés à Ostende pour la stérilisation de 5 000 m^3 d'eau par vingt-quatre heures.

L'eau, à la sortie des filtres à sable, est additionnée de la solution stérilisatrice ; grâce à un dispositif spécial l'arrivée des deux liquides se fait dans des proportions constantes.

L'eau passe alors dans un réservoir à réaction et y séjourne environ 15 minutes, de là elle s'écoule en cascade sur du coke.

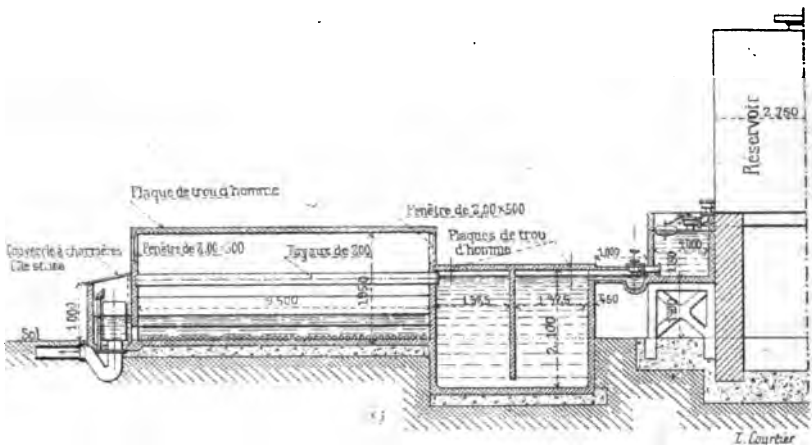


Fig. 3.

Après 10 minutes de contact l'eau est évacuée automatiquement et livrée à la consommation.

Le rez-de-chaussée est réservé à la partie purement mécanique : force motrice et pompes.

A l'étage on remarque le générateur de peroxyde d'une disposition légèrement différente de la précédente, une tour et un réservoir de liquide épurateur. Six de ces appareils assurent la stérilisation journalière de 5 000 m^3.

La figure 3 est une coupe permettant de se rendre compte des dispositifs adoptés à Ostende pour la stérilisation de l'eau de la distribution.

L'eau, à la sortie des filtres, est additionnée de la solution sté-

rilisatrice ; grâce à un dispositif spécial l'arrivée des deux liquides se fait dans des proportions constantes.

L'eau passe alors dans un réservoir de réaction clos et y séjourne environ quinze minutes.

De là elle s'écoule en cascade sur du coke ; après dix minutes de contact, l'eau est livrée à la consommation.

Le chlorate est versé automatiquement dans l'acide. On m'a objecté que, si par accident, une forte dose de chlorate y tombait, il y aurait explosion. Il n'en est rien ; on peut verser le chlorate en une seule fois, sans danger, lorsque l'acide est à 58° B., mais alors la production est irrégulière ; au commencement de l'opération, le peroxyde se dégage fortement, tandis qu'à la fin le rendement est très faible ; voilà pourquoi il est préférable de verser le chlorate par petites parties dans l'acide. La préparation du peroxyde est très simple ; elle peut se faire sur n'importe quelle échelle. Ainsi, avec un tout petit appareil portatif, on peut fabriquer assez de peroxyde pour stériliser en quelques instants 50 *l* d'eau. Un compte-goutte, rempli d'une solution de peroxyde, permet de stériliser immédiatement une carafe ou un verre d'eau.

La dépense de production du peroxyde est très faible ; en effet, la dose de chlorate de potasse employée varie, suivant les eaux, de 1/2 a 3 *g* par mètre cube. En évaluant le chlorate à 100 *f* les 100 *kg* et les 300 *kg* d'acide sulfurique nécessaires à la décomposition à 30 *f*, nous arrivons à une dépense de 13/100 de centime par mètre-cube-gramme d'eau à stériliser.

La dépense pour la stérilisation de l'eau d'Ostende sera, en peroxyde de chlore, de 26/100 de centime par mètre cube, cette eau nécessitant l'emploi de 2 *g* de chlorate de potasse par mètre cube. L'eau à stériliser doit naturellement être claire, mais n'importe quel filtre peut être utilisé à cet effet.

On a reproché au procédé de stérilisation à l'ozone de laisser le réactif chimique dans l'eau traitée ; on ne pourrait reprocher à notre méthode le même inconvénient, car la destruction du peroxyde s'effectue plus vite que celle de l'ozone et un excès de peroxyde serait absolument sans effets nuisibles à la santé ; toutefois, pour répondre à toutes les objections, nous installons un filtre à coke qui a pour effet de détruire l'excès de peroxyde de chlore, dès la stérilisation assurée.

Au bout d'un quart d'heure *au maximum*, la stérilisation de l'eau est assurée ; dès ce moment un rapide passage sur coke

nous permet de livrer immédiatement cette dernière à la consommation. L'agent stérilisant est, en effet, rapidement détruit par cette opération.

J'insiste sur ce fait que ce n'est pas à cause des propriétés du peroxyde que nous agissons ainsi, mais uniquement pour répondre à toutes les objections; si on se contente, comme dans les procédés à l'ozone, d'y laisser le réactif chimique, nous pouvons stériliser dans les mêmes conditions. Mais lorsqu'on désire une eau immédiatement potable et sans excès de réactif, nous passons sur coke.

Le peroxyde a, du reste, été reconnu inoffensif par un grand nombre de sommités médicales :

M. le docteur Desguin, président de l'Académie royale de Médecine de Belgique, en 1898, s'exprimait en ces termes :

« Les expériences suivantes ont toutes été faites en surchargeant l'eau de corps stérilisateur, c'est-à-dire en prenant la proportion triple de la normale, 7,5 cm^3 de la solution titrée pour 100 cm^3 d'eau et quelquefois davantage.

» Dans ce cas l'odeur persiste un peu plus longtemps; la couleur, quand la proportion a été exagérée, se modifie et devient jaune verdâtre, mais l'odeur et la couleur redeviennent normales en moins de deux heures; quant au goût, il est resté le même que dans les premières expériences.

» Le peroxyde de chlore se décompose très rapidement au contact des matières organiques, comme on peut s'en convaincre par l'expérience suivante : si l'on se rince la bouche au moyen d'eau fortement traitée et qui vient d'être préparée, cette eau, au sortir de la bouche, ne renferme plus de peroxyde de chlore et ne se colore plus en bleu par l'iodure potassique et l'amidon.

» Si l'eau, traitée par le peroxyde de chlore, même en excès, est irréprochable au point de vue organoleptique, il importe qu'elle le soit au point de vue *bromatologique*, c'est-à-dire que la consommation en soit inoffensive et qu'elle puisse servir aux usages alimentaires.

» *A priori* on pourrait déjà conclure de ce qui précède que l'eau stérilisée par le peroxyde de chlore doit réunir les qualités d'une eau alimentaire, d'abord parce que le peroxyde de chlore, gazeux et instable, disparaît rapidement; en second lieu parce qu'il se détruit immédiatement au contact des matières organiques et que, par conséquent, il ne peut pénétrer dans l'estomac; en troisième lieu, parce que la composition de l'eau, au

point de vue de sa teneur en soufre, en azote et en matières organiques est améliorée; en quatrième lieu, parce que la présence d'une certaine quantité d'oxygène en dissolution la rend plus sapide, plus légère, par conséquent plus digestive.

» Les expériences suivantes sont nécessaires pour venir confirmer cette opinion.

» 1° Des cyprins dorés (poissons rouges) vivent tout aussi bien dans l'eau fortement traitée que dans l'eau ordinaire;

» Des haricots mis à germer dans des éponges imbibées soit d'eau ordinaire, soit d'eau traitée au peroxyde, se sont développés également bien et la germination a commencé des deux côtés en même temps;

» 3° La digestion artificielle de morceaux de viande, dans l'eau stérilisée, additionnée de 3 0/00 d'acide chlorhydrique et d'un peu de pepsine et maintenue au bain-marie dans une température moyenne de 30° C. s'est opérée dans le temps normal et le produit a donné la réaction de la peptone;

» 4° La fermentation a été plus rapide dans l'eau stérilisée que dans l'eau commune; deux flacons contenant l'un de l'eau stérilisée, l'autre de l'eau ordinaire, ont reçu une quantité égale de sucre et de levure de bière et ont été placés dans une température de 20° C; les premiers signes de la fermentation alcoolique consistant dans l'apparition de bulles d'acide carbonique se sont montrés dans l'eau stérilisée plus tôt que dans l'eau ordinaire;

» 5° Voici une expérience qui, en l'absence des autres, pourrait être considérée comme décisive; pendant toute la saison d'été dernière, l'eau stérilisée par le peroxyde de chlore a été employée à l'alimentation des élèves de la villa scolaire de Lombartzyde et l'administration communale de Bruxelles déclare n'avoir eu qu'à s'en louer. »

Les conclusions de ce rapport sont nettement favorables; les voici :

I. — L'eau stérilisée par le procédé au peroxyde de chlore réunit les qualités organoleptiques voulues au point de vue du goût, de la couleur, de l'odeur, de la réaction chimique.

II. — Elle est exempte de tout microbe pathogène, les seules bactéries qu'on y ait parfois rencontrées sont des bacilles absolument innocents, tels que le bacillus subtilis.

III. — Cette eau employée à la consommation s'est toujours montrée inoffensive.

IV. — Elle n'entrave aucun acte organique : la germination, la fermentation, la digestion, l'assimilation se font, par son intermédiaire, tout aussi bien, parfois mieux qu'avec l'eau ordinaire de bonne qualité.

V. — Au point de vue hygiénique, elle est irréprochable.

La méthode de stérilisation étudiée par M. le Dr Desguin ne comportait pas la destruction ultérieure du peroxyde par le coke, depuis ce perfectionnement de nombreux autres travaux ont été faits sur la question.

M. le Dr Ogier, Membre du Comité consultatif d'hygiène de France, dans un rapport présenté à cette Compagnie, s'exprime de la façon suivante au sujet de la destruction du peroxyde de chlore dans l'eau.

« S'il restait du peroxyde dans une eau qui devrait être livrée à la consommation, un procédé rapide qu'a indiqué M. A. Bergé permettrait de l'éliminer en totalité. Il suffirait de faire passer l'eau sur du coke. La destruction du peroxyde en présence du coke est immédiate ». Plus loin il ajoute : « Au reste, la purification finale par le coke n'est pas indispensable, puisque la destruction totale du peroxyde peut s'effectuer spontanément, en un temps assez court, pourvu que la dose ajoutée n'ait pas été trop considérable ».

Dans une lettre adressée à l'administration communale de Willebroeck (Belgique), M. Ogier précise la question de la façon suivante :

« L'eau stérilisée par le peroxyde de chlore peut être complètement privée de l'excès de réactif par l'action du coke, sans que ce passage sur le coke soit d'ailleurs indispensable... Il est très exact que la composition de l'eau traitée n'est pas modifiée dans un sens défavorable par le peroxyde de chlore. En ce qui touche les matières minérales, il ne peut se produire qu'une augmentation du chiffre des chlorures, augmentation *tellement petite qu'elle échappe à l'analyse*. Notons encore qu'il y a diminution des matières organiques, ce qui est une modification avantageuse... »

M. le Professeur Jorisenne, de l'Université de Liège, a observé la disparition de l'excès de peroxyde de chlore dans l'eau de la distribution de la ville de Liège, il a constaté qu'au bout de deux heures le peroxyde avait disparu.

La disparition est immédiate d'après lui, lorsque l'eau subit un passage sur le coke.

M. Gody, professeur à l'École militaire de Belgique, arrive à des conclusions semblables ; il en est de même d'un grand nombre d'autres autorités scientifiques. Il serait fastidieux de citer tous ces rapports.

Une expérience intéressante a été faite par M. le Dr Van-Ermengen, professeur à l'Université de Gand. « Nous nous sommes bornés, dit cet auteur, à faire l'analyse bactériologique de quelques échantillons d'eau de la canalisation de Bruxelles traitée par le procédé Bergé. Une petite installation servant à la démonstration du procédé, avait été improvisée à cet effet et nous a permis de prélever des échantillons d'eau de la Ville, débitée par un des robinets du laboratoire communal et additionnée au fur et à mesure qu'elle s'écoulait, de peroxyde de chlore en solution.

Les résultats de ces analyses ont pleinement confirmé ceux obtenus auparavant avec des eaux bien moins pures. Deux des bouillons de cultures ensemencés immédiatement après le prélèvement des échantillons se sont troublés et contenaient des bacillus subtilis. Dix-huit autres sont restés stériles. L'eau, après un rapide passage sur du coke concassé, avait tous les caractères extérieurs d'une eau alimentaire de choix ; elle n'avait aucun goût particulier de chlore ou d'ozone ».

« Les bouillons restés parfaitement limpides après 15 jours d'incubation à 37° ont été ensemencés ensuite avec des microbes déterminés (B. coli, charbon, pyocyaneus). Ils se sont peuplés rapidement, ce qui prouve bien que l'eau en question ne contenait ni peroxyde de chlore, ni chlore libre, ni aucune substance douée de propriétés antiseptiques ».

Il résulte donc de l'ensemble des études qui ont été faites sur notre procédé que celui-ci est absolument inoffensif, et que l'eau ainsi stérilisée présente les caractères d'une eau alimentaire de choix.

L'efficacité de notre procédé me paraît donc être démontrée par les travaux des nombreux savants qui se sont occupés de la question.

Les essais faits sur l'eau d'Ostende ont donné des résultats remarquables.

M. le professeur Petermann, Directeur de la station agronomique de Grembloux écrivait au sujet de ces essais :

« Je viens de recevoir les premiers résultats de l'analyse bactériologique. Ils sont brillants et cadrent tout à fait avec l'analyse chimique ».

Cette flatteuse appréciation a été confirmée par l'ensemble des recherches faites par M. l'Inspecteur général André ainsi que par MM. Van Ermengen, professeur à l'Université de Gand, M. Petermann et M. de Molinari.

L'eau traitée contenait de nombreuses colonies, 10 200 bactéries environ par centimètre cube, dont les unes non pathogènes (bacille liquéfiant fluorescent), les autres pathogènes (bacterium coli commune). La même eau, après stérilisation par le peroxyde de chlore, ne renfermait plus aucun germe et était reconnue propre à l'alimentation.

Les conclusions du rapport sur les essais d'Ostende sont très favorables; en voici des extraits : « L'action du peroxyde de chlore est d'une énergie tout à fait remarquable. Malgré la brièveté de l'action (15 secondes environ), le taux des matières organiques est réduit de presque de moitié et cette minéralisation de la matière organique trouve son expression la plus saillante par une diminution proportionnelle de l'azote et du soufre — en combinaison organique — avec augmentation du taux en acide nitrique et en acide sulfurique. En plus, tout germe de microorganisme est tué,

» Il est à observer que ce beau résultat est obtenu par une si petite dose de réactif stérilisateur que l'analyse chimique n'accuse aucune augmentation en chlore comparativement à celui de l'eau naturelle... Ce qui ressort de plus, de nos essais, c'est que le procédé est simple, pratique, économique et qu'il peut être appliqué sur n'importe quelle quantité d'eau ». L'adoption de notre procédé par la ville d'Ostende est, du reste, la conséquence de ces essais.

En France, M. le Dr Ogier a aussi examiné l'efficacité de notre procédé, dans le rapport qu'il a présenté au Comité consultatif d'hygiène de France, il arrive à cette conclusion que le peroxyde de chlore est un agent antiseptique de premier ordre.

Les essais auxquels ce savant s'est livré à Lectoure sur l'eau de la distribution, où notre procédé est adopté, ont aussi démontré l'absolue efficacité de notre méthode de stérilisation.

Le Comité d'hygiène d'Ixelles, présidé par M. Devaux, directeur général du service de santé de Belgique, a été unanime à reconnaître l'efficacité du procédé au peroxyde de chlore.

La Direction du laboratoire municipal de Saint-Pétersbourg et un grand nombre d'autorités scientifiques sont toutes arrivées à des résultats favorables. Un essai très intéressant est celui relaté

par M. le professeur Petermann dans un rapport présenté au Ministre de l'Agriculture de Belgique :

De l'eau de sewage, de la ville de Bruxelles, contenant un million de bactéries par centimètre cube, était absolument privée de germes après traitement par le peroxyde de chlore.

Pour me résumer, je dirai en comparant la méthode de stérilisation des eaux au peroxyde de chlore et à l'ozone que :

La production du peroxyde de chlore est plus simple, l'installation beaucoup moins coûteuse.

Le peroxyde de chlore revient à beaucoup meilleur marché que l'ozone et, par conséquent, la stérilisation par notre méthode est plus économique.

L'ozone est un composé chimique jouissant de propriétés semblables à celles du peroxyde de chlore, il est donc absolument inexact de prétendre que la stérilisation à l'ozone soit plus hygiénique ; bien au contraire puisque, par surcroît de précautions, nous détruisons le peroxyde une fois l'action bactéricide obtenue.

La facile solubilité du peroxyde de chlore permet d'assurer simplement une stérilisation complète de l'eau.

En somme, toutes les objections que l'on peut faire au sujet de la stérilisation des eaux par le peroxyde de chlore sont, à mon avis, applicables à l'ozone. Ce dernier ne présente sur le peroxyde de chlore aucun avantage et, de plus, son prix élevé et sa difficile manipulation en rendent son emploi beaucoup moins pratique.

DISCUSSION

DU

MÉMOIRE DE M. MARIÉ

SUR LES

VOIES DE COMMUNICATION ET LES MOYENS DE TRANSPORT

A MADAGASCAR

RAPPORT

PRÉSENTÉ

AU NOM DE LA COMMISSION DES ÉTUDES COLONIALES

M. LE PRÉSIDENT rappelle, en quelques mots, pour nos collègues qui ne sont pas au courant de ces questions, les motifs qui ont décidé le Comité à instituer en mai 1899, une Commission d'Études coloniales.

C'est un sujet d'étonnement profond pour tous les étrangers, qui suivent souvent de plus près que nous-mêmes les affaires extérieures de notre pays, de nous voir faire les plus grands sacrifices pour accroître constamment notre Domaine colonial, qui aujourd'hui est considérable puisque sa superficie est près de neuf fois celle de la France, et cela sans que nous fassions, pour la mise en valeur de ce patrimoine chèrement acquis, des efforts en proportion de ceux qu'ont exigés nos conquêtes.

Il est regrettable de nous voir acheter aux autres nations des produits nécessaires à notre existence, lorsque nous pourrions les tirer de nos colonies, qui de leur côté nous demanderaient ce dont elles auraient besoin. C'est un double bénéfice perdu pour nous.

Il est certain que, pour coloniser actuellement, il faut faire appel à tous les moyens que la science et l'industrie mettent à notre diposition, et c'est ce qui nous a amenés à penser que la Société des Ingénieurs Civils de France faillirait à sa mission, si elle n'apportait pas à ceux qui sont chargés de rechercher et de développer nos richesses coloniales, le concours des connais-

sances techniques et pratiques d'un grand nombre de ses membres.

C'est pourquoi le Comité n'a pas hésité à créer l'année dernière, sur la proposition de M. G. Dumont, une Commission des Études coloniales, laquelle comprend comme membres, nos collègues : MM. Bel, Chabrier, Honoré, Le Brun, Marié, Périssé, sous la présidence de notre sympathique Vice-Président, M. Badois.

Le programme dans lequel elle doit se renfermer, tout en ayant la possibilité de l'élargir s'il est nécessaire, est le suivant :

« Étudier les questions coloniales au point de vue technique, » et leur rapport avec les autres sections techniques de la » Société ;

» Rechercher les communications techniques intéressant le » domaine colonial, et les discuter aux séances de la Société ;

» Centraliser tous les renseignements relatifs aux Colonies, » aux industries à y fonder ou à développer et aux travaux à y » exécuter ;

» Créer des relations avec les Pouvoirs publics et les Administrations des Colonies, afin d'en recevoir directement et en » temps opportun l'indication des actes et faits pouvant intéresser la Société ou ses membres : adjudications, concours, » entreprises projetées, concessions industrielles, demandes » d'Ingénieurs, emplois nouveaux ou disponibles ;

» Mettre à la disposition des Autorités l'influence morale dont » dispose notre Société en vue d'arriver, le plus rapidement » et le plus économiquement possible, à l'exécution des travaux » publics ou à la création d'industries ;

» Formuler au besoin des vœux en matières de règlements, » décrets, ou lois à appliquer à l'Industrie coloniale dans son » sens le plus étendu ;

» Enfin, donner aux industries ou travaux coloniaux un corps » largement ouvert d'Ingénieurs civils, indépendants et libres, » capables d'apporter, mieux que tout autre, un concours assidu » et permanent aux Colonies, où la plupart n'hésiteraient certainement pas à se fixer pour une assez longue période de » temps. »

Il est bien entendu toutefois que la Commission doit toujours, pour toutes les propositions qu'elle émet, en référer au Comité.

C'est ce dernier qui a seul, se conformant aux statuts, le droit de décider et d'agir pour donner, lorsqu'il le juge utile, une

suite aux propositions qui lui seront soumises par la Commission.

M. le Président indique que la Commission des Études coloniales s'est mise immédiatement à l'œuvre et il annonce que M. J. Marc Bel va faire connaître les études qui ont été faites jusqu'à ce jour, et qui ont porté plus spécialement sur la question des Chemins de fer de Madagascar. Il rappelle que M. Bel a qualité pour exposer ces études car, comme explorateur, il a été lauréat de la Société de Géographie.

M. Bel indiquera sommairement les travaux qui, dans nos nouvelles possessions, appelleront ensuite l'attention de la Commission, et les documents qu'elle a déjà pu réunir, et qui forment une section à part de notre Bibliothèque, documents que chacun peut par suite consulter facilement. Il serait utile que des dossiers, plans, fussent réunis en grand nombre ; M. le Président fait appel au dévouement et à la générosité de tous nos Collègues pour contribuer, s'ils le peuvent, à augmenter l'importance de cette collection.

Au surplus, les services que cette Commission est appelée à rendre seront mis en lumière ce soir par le rapport qui va être présenté, par M. J.-J. Marié, sur les voies de communications et les moyens de transport à Madagascar.

Notre belle et grande île africaine, étant la dernière de nos conquêtes, devait attirer la première nos études, étant données l'importance et l'abondance de ses richesses, que nous n'avons plus qu'à exploiter, à présent que l'autorité de la France sur tout son territoire y est solidement assise, grâce à l'énergie, au courage et aux remarquables qualités d'administrateur de son Gouverneur général, M. le général Gallieni.

Le Gouvernement, en septembre 1896, lui avait confié la mission, difficile entre toutes, de rétablir l'ordre à Madagascar. Le succès ne pouvait être douteux, pour tous ceux qui avaient suivi les campagnes de M. le général Gallieni au Soudan et au Tonkin.

M. le général Gallieni a bien voulu faire à la Société des Ingénieurs Civils de France l'honneur, malgré ses nombreuses et importantes occupations, d'assister à notre séance ; M. le Président l'en remercie sincèrement et est heureux de saisir cette oecasion de saluer, au nom des Ingénieurs Civils, le Pacificateur de Madagascar, et de le remercier de l'encouragement qu'il veut bien nous donner par sa présence. Les enseignements qui ressor-

tiront pour nous de la patiente et longue expérience, qu'il a si glorieusement acquise, nous seront particulièrement précieux.

M. le Président souhaite également la bienvenue à M. le lieutenant-colonel Roques, directeur des Travaux Publics à Madagascar, qui est spécialement chargé des moyens de transport à créer dans cette île. Son projet de chemin de fer de Tamatave à Tananarive a été adopté par le Comité des Travaux publics des Colonies. M. le Ministre des Colonies a bien voulu autoriser M. le lieutenant-colonel Roques à prendre la parole, s'il le jugeait nécessaire, dans la discussion de la question qui nous occupe aujourd'hui. Nous serons très heureux de recueillir les conseils de M. le lieutenant-colonel Roques dont nous tirerons certainement grand profit, étant donnée sa haute compétence sur ce sujet.

M. le Président est l'interprète de la Société en adressant à l'avance, à M. le général Gallieni et à M. le lieutenant-colonel Roques, nos vœux les plus sincères pour le succès et la prompte réalisation de leur œuvre à laquelle, il espère voir appelés à collaborer bon nombre de Membres de notre Société.

EXPOSÉ SOMMAIRE

DES

TRAVAUX DE LA COMMISSION DES ÉTUDES COLONIALES

ET DU

PROJET DE CHEMIN DE FER DE TAMATAVE A TANANARIVE

PAR

M. J.-M. BEL

M. Bel exprime tout d'abord les remerciements de la Commission pour les paroles d'intérêt à ses travaux que M. le Président vient de prononcer ; puis il fait l'exposé qui suit :

Depuis que la France est devenue grande puissance africaine et asiatique, la construction des chemins de fer est commencée dans les vastes contrées nouvellement acquises à notre influence, qui appellent ainsi à un haut degré l'attention de notre monde industriel, par conséquent de notre Société.

Cependant, sans y comprendre l'Algérie et la Tunisie, dans ces possessions nouvelles, immenses et peuplées, qui s'appellent

Soudan, Congo, Madagascar, Indo-Chine, etc. — notre réseau ferré colonial n'a pas encore dépassé une longueur totale de 600 *km*. Ce n'est pas là évidemment le chiffre digne de notre nouvel empire colonial. Mais, des projets plus étendus, embrassant des milliers de kilomètres tant en Afrique qu'en Asie, vont entrer dans la période de mise à exécution.

Il y a donc une grosse tâche industrielle à accomplir, à laquelle toute une génération d'ingénieurs et de constructeurs va pouvoir s'employer, sans parler des autres industries qui ne manqueront pas de se développer dans ces pays nouveaux, au fur et à mesure qu'ils seront dotés de voies de pénétration rapides et économiques.

Aussi, pour suivre ces progrès industriels de la France extérieure, le Bulletin de la Société du mois de juin 1899 vous annonçait la création de notre Commission des Etudes coloniales, à la suite du rapport de M. Badois, président d'une Commission provisoire, qui fut approuvé par le Comité de la Société dans la séance du 5 mai 1899, sur la proposition bienveillante de M. Dumont, président de la Société.

La Commission s'est mise résolument à l'œuvre, a tenu de nombreuses séances, souvent chaque semaine, et au moins une fois par quinzaine, malgré le petit nombre de ses membres ; elle convoqua dans son sein tous ceux de nos Collègues qui voulurent bien lui apporter le fruit de leur expérience aux colonies ou à l'étranger ; elle envoya des délégations aux pouvoirs publics, et elle sollicita des communications des gouverneurs généraux de nos grandes colonies.

Le programme d'études de la Commission était donc considérable ; elle fut nécessairement obligée de sérier ses travaux, afin de ne pas tout entreprendre à la fois en s'exposant à trop diminuer ses efforts. Elle s'est occupée d'abord des voies de communication et de celles présentant le plus grand intérêt d'actualité. C'est ainsi qu'elle a provoqué l'importante communication de M. Casevitz sur les câbles sous-marins, parue dans le dernier Bulletin d'avril, question qui, à juste titre, a tant passionné dans ces derniers temps l'opinion publique.

La Commission a surtout concentré ses efforts sur une autre question, d'un puissant intérêt d'actualité, qui était soumise au vote du Parlement, vote aujourd'hui acquis, celle des voies de communication de Madagascar et du projet du premier chemin de fer à construire dans la grande île africaine.

Dès le lendemain de notre conquête de Madagascar un fait économique, capital, légitimait ce projet, en outre des raisons stratégiques et du trafic commercial qui s'en suivrait. Les dépenses budgétaires, pour les transports seulement de l'administration, dans notre nouvelle colonie, se trouvèrent être d'une importance sensiblement égale à celle de l'intérêt du capital de l'établissement d'une voie ferrée.

Aussi, dès l'origine de notre occupation, le Génie militaire sous la direction du colonel Marnier, procéda sans perte de temps aux études préparatoires de divers tracés de voies ferrées.

Puis plusieurs Sociétés financières envoyèrent des missions techniques d'ingénieurs pour dresser des avants projets et des devis.

L'historique de toutes ces études a déjà été fait maintes fois, et notre dernier Bulletin publie à ce sujet une note très complète de M. J.-J. Marié, secrétaire-adjoint de la Commission, rédigée d'après les dossiers que celle-ci a pu constituer et qui font partie d'une nouvelle section créée à la bibliothèque pour les questions coloniales, à la disposition de ceux d'entre vous qui désireraient d'amples détails.

Parmi ces dossiers nous citerons :

1° Le *Guide de l'émigrant à Madagascar*, publié par les soins du Gouvernement général.

2° Les numéros du *Journal officiel* de 1899, renfermant le rapport du général Gallieni sur la situation générale à Madagascar.

3° Les numéros de la *Revue du Génie militaire* et de la *Revue de Madagascar* qui donne l'exposé des études du colonel Roques sur son projet de chemin de fer.

4° Le rapport de M. Argeliès à la Chambre des députés, sur le projet d'emprunt de 60 millions de francs pour la construction d'un chemin de fer de Tananarive à la côte orientale et l'exécution de travaux publics (18 décembre 1899).

5° Des cartes, plans, profils en long, etc.

6° Enfin les procès-verbaux des séances de notre Commission et les comptes rendus des enquêtes multiples auxquelles elle s'est livrée.

Les Sociétés financières d'études des chemins de fer à Madagascar renoncèrent à leurs projets et à leurs concessions pour des raisons que je n'ai pas à apprécier, et M. le général Gallieni, gouverneur général de la colonie, proposa au gouvernement d'exécuter lui-même le premier chemin de fer.

A cet effet, utilisant les diverses études faites depuis, notamment par la Compagnie coloniale, sous la direction de MM. Guibert et Dufour, et, après avis du Comité des travaux publics des colonies, le Gouvernement général a adopté l'avant-projet étudié et mis au point par la mission du Génie militaire, envoyée en 1897 sous la direction de M. le lieutenant-colonel Roques, qui a bien voulu ce soir accompagner M. le général Gallieni parmi nous et nous faire l'honneur de nous exposer lui-même à la fois et les détails de son projet, et les moyens d'exécution à l'aide desquels il se propose de le réaliser.

Toutefois, en venant ici, M. le lieutenant-colonel Roques nous a manifesté le désir de n'avoir pas à faire une conférence, mais il nous a dit qu'il se prêterait volontiers à répondre à toutes les questions que nos Collègues voudraient bien lui adresser.

J'ai eu l'honneur de recevoir mission de votre Commission de vous faire au préalable un court exposé introductif, destiné simplement à rappeler les traits essentiels de la question, afin de vous permettre plus aisément de préciser les points sur lesquels des explications nous paraîtraient désirables, pour vous éclairer entièrement sur les détails de l'œuvre qui va être entreprise.

L'île de Madagascar d'une superficie sensiblement égale à celle de la France, d'une configuration ressemblant à celle de la Corse, est orientée N. N. E.-S. S. O., entre les parallèles Sud de 12° et 25°30′, et les méridiens Est de 41° à 49°.

Son ossature est formée d'un massif montagneux cristallin, s'allongeant suivant son grand axe qui, avec des altitudes moyennes comprises entre 1 300 et 1 500 *m*, et des pics allant jusqu'à 2 640 *m*, court parallèlement à la côte Est bordée de lagunes littorales, du cap Sainte-Marie au Sud, au cap d'Ambre au Nord. La côte Ouest est très convexe du fait de contreforts transversaux détachés de l'arête centrale.

La population de l'île est comprise entre 4 à 6 millions d'habitants appartenant à divers groupes ethniques :

1° Les Hovas et les Betsiléos, probablement d'origine malaise, habitant le plateau central de l'Emyrne, ayant, les premiers, pour capitale Tananarive, les autres, au sud Fianarantsoa ;

2° Les Betsimisarakas, autochtones, sur la côte Est ;

3° Les Sakalaves, les Antakares et les Bares, de race noire, occupant, les premiers, la partie ouest, lesseconds, la partie nord, les derniers, la partie sud.

Trois ports principaux existent dans cette grande île : un port militaire très remarquable, Diégo-Suarez, au nord ; deux ports de commerce, Tamatave, à l'est, Majunga, à l'ouest.

Madagascar n'était pas inconnue des anciens, notamment des Arabes. Ce serait l'ancienne Cerné ou Menuthias de Pline. C'est par erreur que le géographe Behaim, en 1492, l'appela Magdocho, par confusion avec un pays de la côte orientale d'Afrique décrit par Marco-Polo sous le nom de Madeigascar. A l'époque moderne, le portugais Diego-Suarez la découvrit en 1500, l'appelant du nom de Saint-Laurent.

C'est de 1642 que date la première action de la France, sous Richelieu, qui créa la Société d'Orient pour son exploitation; vers cette époque se fondèrent les premiers établissements français de Sainte-Marie (baie d'Antongil) et Fort-Dauphin (baie de Sainte-Lucie), et on l'appela alors la France orientale, devenue en 1686 possession de la couronne.

Au commencement de ce siècle le général Decaen y fonda les factoreries de Tamatave que nous perdîmes en 1813 à la suite de la guerre avec les Anglais, et c'est de cette époque que date la prépondérance que les Hovas y conservèrent presque durant tout ce siècle, jusqu'à notre récente conquête qui en a fait définitivement une colonie française. Dès 1815 d'ailleurs, l'Angleterre avait reconnu les droits de la France et malgré les intrigues des missionnaires anglicans, en 1890, l'Angleterre avait encore reconnu formellement notre protectorat.

On peut donc dire, en évoquant ces souvenirs historiques, que Madagascar est en réalité une de nos plus anciennes colonies, puisque notre influence y a été séculaire.

Néanmoins, au moment de la conquête, elle était restée à l'état primitif, sans autre moyen de communication que le portage à dos d'homme, par des sentiers d'indigènes. Aussi le corps d'occupation fit immédiatement des tracés de route et procéda à leur exécution. On fit également des projets de voies ferrées dont l'ensemble comporte un réseau de plus de 2 000 *km.* Ce sont les lignes de Tananarive à Tamatave, à Majunga, à Diego-Suarez et à Fianarantsoa.

La ligne de Tananarive à Tamatave est la première dont l'exécution va être commencée sur l'avant-projet dressé par le lieutenant-colonel Roques. Son tracé va de Tananarive droit à l'est, traversant les deux chaînes principales de l'île jusqu'à Aniverano, situé à 30 *km* du village d'Andrevorante sur la côte

orientale. D'Aniverano, la ligne suit un tracé sensiblement parallèle à la côte jusqu'à Tamatave, qui est un des deux meilleurs ports de l'île et susceptible d'ailleurs de recevoir les améliorations nécessaires pour lui donner toute l'importance que doit avoir un pareil terminus. Cette ligne aura un parcours total de 396 *km*, dont 290 dans la première partie.

Celle-ci, à partir d'Aniverano et depuis un point navigable de la Vohitra, remonte la vallée de cette rivière, puis celle de son affluent de gauche, la Sahantandra, gravit la chaîne des monts Betsimisarakas, qu'elle traverse en tunnel, avec des pentes maxima de 25 *mm* et des courbes de 80 *m* de rayon. Elle redescend ensuite sur la plaine de Mangoro, gravit la chaîne principale de l'Angavo par les vallées de la Sahanjajona et de l'Isafotra, et descend à Tananarive par un affluent de l'Ikopa.

Tel est le projet à exécuter.

Quels sont, à cet effet, les moyens d'action que comporte le pays, et ceux qu'on devra prendre au dehors.

Au point de vue financier, le capital nécessaire proviendra, comme vous le savez, d'un emprunt de la colonie qui vient d'être autorisé par le Parlement seulement en partie. Il faudra donc plus tard le parachever par un nouvel emprunt, mais déjà le précédent est acquis.

Le matériel sera fourni très probablement par la Métropole, et il y aura lieu d'en féliciter l'industrie française, car, si naturelle que paraisse une telle question, elle ne l'a pas toujours été, et, nous devons dire ici avec quel étonnement nous avons nous-même circulé sur un de nos premiers chemins de fer coloniaux dont le matériel venait de Belgique.

Quant à la main-d'œuvre nécessaire à l'établissement de la voie, le lieutenant-colonel Roques vous dira mieux que moi les concours sur lesquels il compte, main-d'œuvre indigène locale, et main-d'œuvre importée, cafre, chinoise, indienne ou même malaise.

Au point de vue technique et des difficultés à surmonter, vous pourrez vous-mêmes, Messieurs, poser toutes les questions de nature à vous éclairer.

Quel sera le temps nécessaire à l'achèvement de la ligne? Quel en sera, durant les premières années, le trafic probable, et peut-on déjà connaître la raison possible de sa progression?

A vous, Messieurs, de prendre à votre tour la parole et de poursuivre le questionnaire auquel le colonel veut bien se prêter si aimablement.

Je terminerai par un simple mot : Votre Commission coloniale a commencé sa tâche ; l'utilité que la Société pourra en retirer sera un encouragement pour la poursuivre en étudiant successivement et nos autres colonies et les travaux publics ainsi que les industries de toutes sortes qui s'y préparent, comme en ces terres vierges où l'Écriture signalait la Terre Promise.

La Commission se propose d'examiner par la suite les projets de chemins de fer si étendus qui vont constituer les réseaux Indo-Chinois et Chinois, du Soudan, de la Guinée française (ligne de Konakry au Niger), du Dahomey, du Sénégal, de l'Abyssinie, enfin et surtout ceux qui permettront la traversée et la conquête industrielle des riches contrées situées au delà des régions désertiques du Sahara.

Elle se préoccupera également des autres industries coloniales, agricoles, manufacturières, minières, etc., et peut-être même de défense militaire, puisque l'art du génie civil et celui du génie militaire ne font plus qu'un, comme semble bien l'indiquer la réunion qui se tient ce soir dans cette enceinte.

Pour mener à bien une si lourde tâche, comme vient de le dire notre honorable Président, il est indispensable que tous les membres de notre Société qui se sont spécialisés dans ces diverses questions, nous donnent, dans l'intérêt général, tout leur concours, et veuillent bien fournir à la Commission des Études coloniales, toutes les informations, documents ou renseignements pouvant répondre à son vaste programme.

INDICATIONS DONNÉES EN SÉANCE

PAR

MM. le Général GALLIENI et le Lieutenant-Colonel ROQUES

M. LE LIEUTENANT-COLONEL ROQUES. — La construction du chemin de fer demandera une main-d'œuvre beaucoup plus importante que celle que peut fournir la prestation. Une absorption trop complète de cette main-d'œuvre nuirait au développement de la colonisation qui, déjà, manque de bras. C'est pourquoi il ne sera fait appel que d'une façon restreinte, aux prestataires.

On peut évaluer à neuf millions le nombre de journées nécessaires à l'exécution du chemin de fer. Sur les 6000 ouvriers qui seront a peu près constamment présents sur les chantiers,

on ne comptera pas plus de 1 500 prestataires. Environ 1 500 indigènes viendront s'embaucher et les 3 000 ouvriers restants devront être importés. Aux prestataires échera une tâche préliminaire, celle de l'organisation des chantiers, des campements, car le pays est malsain et les maladies y sont fréquentes pour les noirs comme pour les blancs. L'emploi de la main-d'œuvre locale sera strictement limité aux travaux d'installation. La concurrence que les entrepreneurs n'auraient pas manqué de se faire en recrutant les indigènes sera évitée ainsi que l'augmentation des salaires qui en serait résultée. Des entrepreneurs au courant des conditions qui leur seront imposées à Madagascar ont déjà fait des propositions.

La construction de la section du chemin de fer qui va d'Aniverano à Tamatave n'est qu'ajournée. Il aurait été illogique de concurrencer l'entreprise du canal des Pangalanes, qui sera bientôt achevé et qui ne coûte rien à la colonie, en doublant cette voie navigable d'une voie ferrée. Cette section ne sera exécutée que lorsque le trafic l'exigera.

Les Français, qui disent beaucoup de mal d'eux-mêmes, ont souvent reproché à l'administration de faire des chemins de fer trop luxueux, au contraire des Anglais et des Américains qui cherchent avant tout à faire des chemins de fer pratiques et productifs. Le chemin de fer de Tananarive à voie unique ne sera pas un chemin de fer de luxe. On cherchera à faire kilomètre par kilomètre le moins de dépenses possible, de manière à arriver rapidement au but, quitte à perfectionner ensuite la voie.

Un autre point délicat est celui de la tenue des terres. On a toujours représenté notre grande île africaine comme recouverte d'une argile glissante, propice aux éboulements. Les études de M. Grandidier auraient déjà dû démontrer que ces craintes ne sont pas fondées. Les couches superficielles du sol, qui sont le résultat de décompositions en masse de roches cristallines, ne possèdent pas de plan de glissement. Elles sont parfaitement homogènes et, seuls, des éboulements partiels peuvent se produire. Il existe des tranchées de 10 à 12 *m* de profondeur qui n'ont jamais bougé. En outre la végétation qui recouvre rapidement les talus est un auxiliaire puissant de leur stabilité. A Madagascar, la gelée n'intervenant pas, les terres n'ont à craindre que l'eau, et l'on doit s'attacher à les soustraire le plus possible à son action désagrégeante. C'est pourquoi il a été décidé d'adopter dans les déblais des talus très raides de 3/1. Cette incli-

naison ne conviendra pas à toutes les terres, mais on peut affirmer que les 80/100 de la longueur de ces talus se maintiendront parfaitement.

C'est ce que l'on a constaté sur la route de Mahatsara à Tananarive.

A propos de cette route, de nombreuses inexactitudes ont été répandues par des journaux coloniaux, par conséquent qui doivent connaître la question. Ils prétendent que la route n'est faite qu'au tiers et a déjà coûté 15 millions. La colonie ne peut dépasser les crédits mis à sa disposition par le Ministère des Finances. On n'a pas dépensé jusqu'à ce jour plus de 7 millions, et il ne reste plus à construire qu'une seule section de 60 *km* entre Beforona et Moramanga pour que la route soit achevée. Cette section a été inexactement représentée comme étant la plus difficile à faire. Les difficultés rencontrées dans l'exécution de la route dans la vallée de la Mandraka sont infiniment plus grandes que celles que l'on rencontrera dans la traversée de la forêt des Betsimisarakas, où l'empierrement existe sur place.

Le port de Tamatave est le point délicat du projet adopté. Il y a à Madagascar deux ports, Tamatave et Majunga, qui peuvent chacun prétendre devenir le port général de l'île. Séparés l'un de l'autre par une distance de plus de 900 *km*, ils auront chacun une importance particulière. Actuellement ils n'ont pas droit au nom de ports. Ce ne sont que des mouillages avec des points d'accostage plus ou moins favorables. Les navires mouillent au large, il faut aborder au moyen de chalands.

Ces deux mouillages se valent. A Majunga il y a des courants et des ensablements ; Tamatave est plus exposé aux cyclones. Depuis plusieurs années, cependant, les cyclones, qui semblaient localisés sur la côte orientale, visitent sur Majunga. La mer marne environ 4 *m* à Majunga, 1,30 *m* seulement à Tamatave. Les travaux de l'établissement d'un port se présentent dans de meilleures conditions à Tamatave dans un endroit sans courants et sans alluvions, et où des récifs coralligènes ménageant entre la mer et la côte une rade de 1 *km* de largeur environ, pourront servir de bases à des jetées de protection.

Le tracé indiqué par M. Duportal par les vallées de l'Ivondrona et du Mangoro n'est pas plus long que celui qui va être exécuté, mais la colonie s'est laissé guider dans son choix par les conditions économiques de l'itinéraire passant par Aniverano qui per-

met, grâce au canal des Pangalanes, l'ajournement de la construction de 106 *km* de voie ferrée.

Les travaux de maçonnerie exécutés jusqu'à ce jour à Madagascar sont insuffisants pour donner des indications précises sur les prix de revient. En ce qui concerne la chaux, elle revient là-bas à environ 90 *f* la tonne sur la côte. Dans ces conditions, le mètre cube de maçonnerie coûtant 20 *f* en France reviendrait à 30 *f* à Madagascar.

Le prix de revient kilométrique est, d'après les prévisions, de 167 000 *f*, y compris 8 000 *f* pour le matériel roulant. Les traverses seront métalliques, mais cependant on fera une certaine part aux traverses en bois, qui sont plus économiques. Leur emploi sera probablement localisé aux plateaux de l'Imérina seulement, car le bois serait attaqué par les parasites dans les régions de forêts que traversent les parties inférieures du tracé.

Il ne sera pas non plus utile de recourir à la crémaillère, car les pentes sont peu gênantes. Avec un relief mamelonné, ce système permet d'éviter les flancs de coteaux, mais ici on est constamment à flanc de coteau, en dents de scie. M. Lombard-Gérin, dont la compétence en cette matière est bien connue, estime que l'emploi de la crémaillère présenterait avantage.

M. LE GÉNÉRAL GALLIENI. — L'intention de la colonie est de faire appel à la main-d'œuvre extérieure à l'île. Il existe deux sources sur lesquelles on peut compter.

D'abord la main-d'œuvre sud-africaine, dont une grande partie se trouve inoccupée par suite du conflit anglo-boer. Le général Pennequin annonce qu'il est certain d'obtenir 2 000 Mozambiques. On pourra certainement doubler ce chiffre. Mais le prix de l'emploi de cette main-d'œuvre est bien plus élevé que celui des prestataires de la colonie, qui ne touchent, outre leur nourriture, qu'une indemnité journalière variant de 0,25 à 0,30 *f*.

La seconde ressource, c'est la main-d'œuvre chinoise. Des entrepreneurs de travaux publics du Tonkin sont prêts à prendre des lots de chemin de fer. Ils amèneraient avec eux leurs ouvriers chinois, ouvriers qui travaillent avec eux depuis plusieurs années. D'un autre côté, il serait aussi possible de recruter directement des travailleurs en Chine.

Le gouvernement de la colonie a envoyé deux administrateurs en mission à Java, en Chine et au Japon pour faire une étude

des ressources en main-d'œuvre de ces contrées et des conditions de son exportation.

L'emploi des indigènes à Madagascar demande certaines précautions. En principe il ne faut pas éloigner l'indigène de l'endroit où il réside. Le Hova, dès qu'on l'expatrie loin de son plateau, tombe malade et n'est plus bon à rien. Les Betsimisarakas, au contraire, aiment la chaleur. Ils sont accoutumés à vivre au milieu des régions fiévreuses. On doit donc bien se garder de les envoyer sur les plateaux où ils attrapent des pneumonies et des bronchites et deviennent incapables d'aucun travail. D'ailleurs l'emploi des indigènes sera prochainement réglementé, de manière qu'ils ne soient jamais employés en dehors du rayon d'action de leurs villages.

Les expériences qui ont été faites au sujet de l'emploi des différentes espèces d'animaux de trait pour les transports à Madagascar sont incomplètes. Les mulets importés lors de la conquête ont tous succombé au surmenage qui leur fut imposé. Cependant il est probable que, sur le plateau central, les mulets et les chevaux pourront vivre parfaitement bien.

L'alimentation des animaux est le point délicat; il n'y a pas de terrains calcaires sur les plateaux, et ce manque de chaux peut être nuisible au développement normal de leur système osseux. Le service de la cavalerie du Ministère de la Guerre estime que le type de cheval qui répondrait le mieux aux différentes conditions du pays est celui du cheval breton, pour la selle et le trait. On doit prochainement importer quelques-uns de ces animaux.

Les bœufs sakalaves pourraient rendre des services appréciables pour le trait. Mais il faut les dresser; on y arrivera. Malheureusement les populations sakalaves sont peu travailleuses.

Cependant il est bien certain que la traction mécanique est préférable et plus pratique. Madagascar n'est pas comme l'Europe, où l'on peut se ravitailler partout. On fait quelquefois 150 *km* sans rencontrer de villages importants. C'est une des causes pour lesquelles la traction mécanique semble avoir plus d'avenir que la traction animale.

Un certain nombre d'automobiles seront très prochainement envoyées dans la colonie et serviront à des expériences de transports.

MISSION LYONNAISE

D'EXPLORATION COMMERCIALE EN CHINE

1895-1897 (1)

ANALYSE

PAR

M. J.-M. BEL

La guerre sino-japonaise en 1895 a ouvert en Chine l'ère industrielle. La Chambre de commerce de Lyon, dont les relations d'affaires avec ce pays étaient déjà très étendues, s'empressa, dès que la paix fut conclue, d'y envoyer une mission d'études, composée de 14 membres, dont deux Ingénieurs, sous la direction successive de MM. E. Rocher, ancien consul en Chine, et H. Brenier.

Cette mission, de 1895 à 1897, a parcouru les provinces méridionales chinoises voisines de notre colonie d'Indo-Chine ; elle y accomplit un programme plutôt commercial; mais, en même temps, elle appela l'attention du public français sur l'importance qu'allaient prendre les travaux publics, les industries à vapeur et électriques, les mines et la métallurgie, sous l'action des méthodes modernes, pénétrant dans cet immense empire fermé jusqu'ici à la civilisation européenne.

La mission lyonnaise s'est livrée à une grande enquête générale et économique, dont elle a consigné les résultats dans le volumineux ouvrage désigné au titre de cet article, et dont la Chambre de commerce de Lyon a fait hommage à notre Société au moment de la création de notre Commission des Études coloniales. Nous y relèverons seulement les points qui peuvent intéresser des Ingénieurs.

L'Introduction renferme l'indication des 35 ports chinois alors ouverts au Commerce européen, ainsi que celle d'un réseau projeté de chemins de fer qui promet d'avoir bientôt environ 5,000 *km* de développement et comprenant :

1° En exploitation, les lignes de Pékin à Tientsin, — à Chan-hai-Kouan, — à Tao-ting-fou, — et de Chang-hai à Wousong ;

2° En construction, celles de Chan-hai-Kouan à Niou-tchouang et Moukden, — de Pékin à Hank'éou (Central Chinois), — et la ligne anglo-birmane de Mandalay à Kun-lan-ferry ;

3° Concédées, celles de Tcheng-ting-fou à Tai-yuen (Chan-si), — de Tse-tchéou (Chan-si) sur Yang-yang (Hou-pé), — de Chang-hai à Nankin, — et à Chao-hing (Tché-Kiang) par Hang-tchéou ;

(1) Ouvrage offert à la Société par la Chambre de Commerce de Lyon. 1 vol. in-4°. Lyon, 1898.

4° Projetées, les lignes allemandes du Tchan-toung, — celles de Tientsin au Yang-tsé (Tchin-Kiang), — d'Han-K'éou à Canton (Central chinois), — de Tai-yuen à Si-ngan-fou (Chen-si), — de Kao-loun (Hong-Kong) à Canton, — et les lignes françaises de Lang-son à Long-tchéou et au Yun-nan.

L'Introduction est accompagnée de tableaux détaillés relatifs à la métrique chinoise et d'une carte générale et économique de la Chine.

L'ouvrage se divise en deux parties : l'une, intitulée *Récits de voyages*, est agrémentée de nombreuses gravures faites principalement d'après des photographies de la mission ; l'autre, *Rapports commerciaux et Notes diverses*, renferme des cartes spéciales des provinces méridionales chinoises.

I. — Récits de voyages.

Ils embrassent environ 20.000 *km* d'itinéraires parcourus par les différents membres de la mission.

Le lecteur y trouve, sous la plume agréable et attachante de MM. Rocher et Brenier surtout, la description des régions, villes ou villages visités, des renseignements sur leurs ressources naturelles, et des détails anecdotiques sur les mœurs, usages et coutumes des habitants.

Ces relations de voyage sont complétées par une savante note de M. le Dr R. Deblenne, médecin de la mission, sur l'ethnologie des races autochtones (I-Kia, — Miao, — Lolos, — Si-fan ou Man, — Yiao, etc.).

Le livre I est relatif au Yun-nan et au Koui-tchéou, deux provinces qui occupent une région montagneuse d'altitudes comprises entre 1000 et 3000 *m*, courant vers le nord-est entre les vallées du fleuve Rouge et du Sikiang, au sud, et celle du fleuve Bleu, au nord. Elles forment surtout une contrée minière. Les récits de la mission y signalent principalement des formations calcaires très étendues et des terrains argileux rougeâtres, indicatifs, pensons-nous, de roches feldspathiques et cristallines sous-jacentes.

Avant l'insurrection musulmane et la guerre civile de 1855 à 1873, cette partie de la Chine fut le siège d'innombrables exploitations métallifères de cuivre, étain, plomb, zinc, or, argent, mercure, etc.

Les récits de la mission y signalent une très riche mine de cuivre natif, près de Tang-tchéou-fou, des mines de plomb argentifère, de zinc, des affleurements puissants de charbon dans un bassin houiller étendu au sud de Tao-yun, et, près de là, des amas énormes de scories de cuivre ; au Koui-tchéou, ils citent la mine de mercure de Pé-ma-tang.

L'art des travaux publics a été poussé assez loin par les Chinois, et la mission a vu au Yun-nan, à Laouatan, un pont suspendu de 100 *m*, et sur la rivière, à l'ouest de Ta-li-fou, d'autres ponts du même genre encore plus grands, tous constitués par des bancs de fer de 1 *m* de long, réunis par des anneaux et supportés par une douzaine de chaînes en fer. Quant aux routes, elles sont généralement dallées ; mais, une fois faites, elles ne sont jamais ou rarement entretenues.

Le livre II traite du Se-tchouan, que la mission a parcouru en tous sens. Cette province est située sur la rive gauche du fleuve Bleu, au

pied de hautes montagnes du Tibet qui l'entourent au nord et à l'ouest, constituées par des granites, du gneiss et des micaschistes, avec des altitudes variant de 3 à 4000 *m*. La partie basse de la province est formée d'une « mer de collines » d'altitudes comprises entre 150 et 600 *m*, orientées nord-est, dans la partie sud, qui avoisine le fleuve Bleu et les soulèvements du Yun-nan et du Kouit-chéou, et d'orientation inverse dans les parties nord et nord-ouest, influencées par les soulèvements du Tibet.

Dans cette partie de moindre altitude, apparaissent des formations de grès rouges, à cavernes, creusées et habitées anciennement par les aborigènes Man.

Au point de vue minier, la mission a vu faire de l'orpaillage assez actif sur les sables aurifères de la rivière Fou, en aval de Kia-ting.

Mais c'est surtout les salines de Tse-liou-tsin et Kong-tsin qui présentent des exploitations importantes portant sur un milieu de puits en activité et sur 160 km^2 environ de terrains salifères. Ces puits sont équipés avec des chevalements en bambou s'élevant jusqu'à plus de 40 *m* du sol, et supportant des tuyaux également en bambou par lesquels l'eau salée est puisée à des profondeurs de 3 à 600 *m* et plus; on n'emploie que des moteurs animés (buffles, hommes ou femmes). L'eau salée est distribuée aux mines par des conduites toujours en bambou jetées d'une colline à l'autre. Chaque puits produit plus de 12 000 à 14 000 *kg* d'eau salée par jour, suivant que l'eau est jaune ou noire. La production annuelle de ce district est estimée à plus de 150 000 *t* de sel avec une population de près de 1 million d'âmes.

Le Se-tchouan renferme en outre des gisements de charbon, de pétrole, de cuivre, de nickel, et des filons de quartz aurifère. Mais ces derniers se trouvent surtout dans la région tibétaine, notamment à Ta-tsien-lou, où la Chine n'exerce qu'une sorte de protectorat et n'a jamais pu permettre l'ouverture de mines d'or, sans risquer de soulever la population locale très superstitieuse, qui croit que ces exploitations rendraient stérile la terre cultivable.

Au point de vue des travaux publics. M. Duclos, Ingénieur de la mission, cite, au Sé-tchouan, le pont suspendu de Lou-ting-kiao, sur le Ta-tou-ho, qui a 98 *m* de long, et près du mont O-mi, un pont suspendu non plus par des chaînes, mais par des barres de fer de 5 *cm* de diamètre, et de 80 à 100 *m* de largeur. Il signale aussi des ponts en pierres avec arches de 8 *m* de portée, ainsi que d'autres où les arches sont remplacées par de simples dalles do 6 *m* de longueur. La capitale du Se-tchouan, Tchen-tou, ville de 5 à 600 000 âmes, a un mur d'enceinte de 12 *m* de large, 15 *m* de haut, de 20 *km* de tour, et des rues de 12 à 15 *m* de large.

L'hydraulique agricole appliquée aux rivières est très développée au Se-tchouan. La capitale est dotée d'un admirable système d'irrigation dépendant de barrages construits à 60 *km* de là, par Li-Ping, le premier gouverneur chinois de la province, en l'an 265. M. Duclos décrit aussi de grandes roues élévatoires de 15 *m* de hauteur, dont les augets sont formés de tubes et palettes en bambou, ainsi que des sortes de norias constituées par un couloir incliné, dans lequel s'élève une chaîne sans

fin, portant des palettes en bois, tournant sur deux poulies terminales à manivelles ou à pédales, et à moteur humain. Le bambou sert aussi à faire des conduites d'eau et de véritables aqueducs : on cite celle de Ya-tchéou-fou qui est d'une grande portée.

Le climat des trois provinces est tempéré, et sa flore rappelle, par beaucoup de points, celle du midi de l'Europe. Un proverbe chinois en marque les différences caractéristiques : « Gardez-vous du vent du Yun-nan, des pluies du Koui-tchéou, et des chaleurs du Se-tchouan. »

Le livre III est relatif aux voyages de retour exécutés par différents groupes de la mission.

L'un de ces groupes revient par le Yun-nan et le Koui-tchéou et signale dans la vallée du Yun-lin-ho de nombreuses fabriques de papier fait de pâte de bambou. On fait macérer les jeunes pousses dans l'eau de chaux pendant plusieurs mois, puis la pâte est mélangée avec une décoction de chanvre ou de feuilles d'un arbre appelé K'iouchéou (?) et la feuille de papier se forme d'elle-même sur une petite claie plongée dans la pâte et soumise à un mouvement de va-et-vient.

Une ligne télégraphique dessert le Yun-nan et le Koui-tchéou. On rencontre en route des porteurs de sel venant du Se-tchouan et de saumons de plomb venant du Yun-nan et du Koui-tchéou. M. Duclos visite la région minière d'Ouei-lin, dans l'ouest du Koui-tchéou. Dans le sud de cette province des formations de grès succèdent aux calcaires. Ces grès et des argiles versicolores forment des plateaux étendus dans l'est du Yun-nan.

Un autre groupe se rend de Tchoung-King à Hank'éou, visite le sud-est du Se-tchouan, et traverse le Hou-nan septentrional. Il signale les salines de Jeou-tchang-tchen, à 12 puits naturels ou crevasses dans des sources salées où l'on puise de l'eau avec des seaux en bambou. Il renonce à traverser le Hou-nan et le Kouang-toung, à cause de l'attitude hostile de la population.

Un troisième groupe explore la vallée du Si-kiang, parcourt le Kouang-Toung méridional et le Kouang-si où l'on note des formations calcaires et des mines de charbon, fer, étain surtout, etc.

Le groupe de M. Brenier essaye vainement de revenir par le nord-est du Kouang-si et en est empêché par des brigands qui barrent les routes. Il sont obligés de repasser par Koui-yang, ce qui les amène à découvrir la branche mère du Si-kiang, qu'ils descendent depuis Si-kio. Au-delà de Koui-yang, ils notent une chaine calcaire de 1,200 *m* d'altitude avec traces de charbon et des conglomérats à cavernes habitées par les aborigènes I-kiu. A Canton se termine leur voyage de dix-huit mois en pleine Chine.

II. — Rapports commerciaux et notes diverses

Cette deuxième partie de l'ouvrage de la Mission lyonnaise se divise en deux séries : Rapports et notes sur les pays et provinces visitées par la mission, Rapports spéciaux.

La première contient les documents suivants :

1° *Rapport sur le Tonkin et notes sur quelques points d'intérêt commercial en Indo-Chine*, par M. Henri Brenier, où il faut signaler, à notre

point de vue : au titre exportation, ce qui concerne le charbon, les bois de construction et d'ébénisterie, le mouvement de la navigation au long cours et celui du cabotage au Tonkin, et en Annam ; au titre importation, les ouvrages en métaux, machines et métaux, les combustibles minéraux, le pétrole ; et enfin les notes sur les mines de houille du Tonkin, la Société française du Charbonnage du Tonkin (Hongay), la Société française anonyme de Kebao et dans la conclusion la nécessité de se préparer à la grande industrie.

2° *Notes sur le Tonkin considéré comme voie de pénétration en Chine et les voies concurrentes*, par MM. A. Perre, P. Duclos et H. Brenier, où il faut lire l'étude de la voie française du fleuve Rouge, et des voies rivales, les voies anglaises de la Birmanie (Bahmo à Yun-nan fou, par Tali, — Mandalay à Chun-ning fou, par Kun-loon ferry, — Moulmein à Semao, par Xieng-mai), — et les voies chinoises (Soui-fou à Yun-nan fou par Toung-chouan, — Canton à Nan-ning et Pésé, — Pak-hoï à Nan-ning Pésé).

3° *Rapport sur le Yun-nan*, par M. H. Brenier, avec des chapitres sur les mines et les courants commerciaux avec le Se-tchouan, la Birmanie et le Tonkin.

4° *Rapport sur Hong-Kong*, par M. L.-M. Rabaud, où il y a à signaler le mouvement des navires et des marchandises, avec l'Europe, l'Amérique et l'Australie.

5° *Notes sur le commerce de Canton et sur Pak-hoï et la province de Kouang-si*, par M. Henri Brenier.

6° *Rapport sur le Koui-Tchéou*, par le même, où l'on doit signaler la région du sud-ouest, avec ses mines de charbon et de métaux.

7° *Rapport sur le Se-Tchouan*, par le même, où est relevée, en outre de l'étude générale de la province, l'importation du pétrole et des teintures d'aniline à Tchoun-King, l'importance commerciale énorme de ce port et celle de la navigation sur le fleuve Bleu.

8° *Notes sur le commerce de Han-K'éou*, par MM. A. Vial, L. Rabaud, A. Grosjean et H. Brenier, où il faut signaler encore l'importation du pétrole et des teintures d'aniline ; une étude sur la voie fluviale du Han et sur le commerce de Hou-nan.

La deuxième série renferme :

1° *Rapport sur les mines et la métallurgie*, par M. P. Duclos, où l'auteur après une esquisse géologique du Yun-nan, où il parle des coulées de porphyrite et de l'âge des montagnes, donne une description technique et économique des mines de cette province, ainsi que de celles du Koui-tchéou et du Se-tchouan. Il parle des mines de cuivre anciennement exploitées au Yun-nan et des exploitations actuelles de ce métal dans les districts de Tong-tchouang, Tchao-toung, Ouei-lin et Kutsin ; — des mines de plomb de Tong-tchouang et Ouei-lin ; — des gites de zinc du sud et du sud-est ; — des mines de charbon ; — des salines de Ganlin. Il indique enfin le régime officiel des mines et les procédés d'extraction ainsi que la métallurgie du cuivre.

Au Koui-tchéou, M. Duclos décrit les mines et la métallurgie du mercure de Pé-ma-tang, du plomb à Tcha-tse-tchang, de la calamine

et autres minerais du zinc à Ma-lou-kio, enfin les mines de houille et d'hématite.

Au Se-tchouan, les gites de sel font l'objet d'un chapitre entier, avec les trois districts salins de Tse-liou-tsin, de Kia-ting et celui du nord. Il décrit le fonçage des puits, l'emploi du trépan, et les gites de pétrole et d'hydrocarbure, les mines de charbon, la fabrication du coke, les gites de cuivre et d'argent, enfin les méthodes d'exploitation du charbon, les hauts fourneaux à fer et la fabrication de l'acier.

2° *Rapport sur la soie*, par MM. Antoine et C. Metral où il faut signaler la sériciculture et le tissage de la soie au Se-tchouan et la note sur la soie sauvage de Koui-tchéou.

3° *Rapport sur le coton et les cotonnades*, par MM. Riault, A. Waeler et A. Vial, qui étudient, en outre des cultures, les procédés de filature et de tissage indigènes, et se termine par une note sur l'ortie de Chine et la ramie.

3° *Rapport sur les corps gras et leurs dérivés*, par M. A. Grosjean, où il faut citer les études faites sur l'arbre à laque, le suif végétal blanc de l'arbre à suif, l'huile de l'arbre à vernis, la cire blanche d'insectes.

4° *Rapport sur la circulation monétaire en Chine et les conséquences de la baisse de l'argent*, par M. L. Sculfort, où il faut citer la question des mines d'argent en Chine, celle relative à la possibilité d'augmenter l'absorption de l'argent en Chine, et celles sur le change du cuivre et les variations de la relation entre le cuivre et l'argent.

4° Un *Appendice* renferme des notes diverses; sur les opérations des banques chinoises de Tchoung-King, par M. L. Sculfort (Voyez les poids et titres de l'argent à Tchoun-King, Hank'éou et Shanghaï); — Sur l'*organisation commerciale de Changhaï*, et l'importation des vins à Changhaï, par M. L. Rabaud et sur les droits de douane et les « li-kin » intérieurs par M. H. Brenier.

On voit que la mission lyonnaise a produit un travail presque encyclopédique sur la Chine, au point de vue utilitaire, et où chacun, suivant sa spécialité, pourra puiser de précieux renseignements. il faudrait écrire un véritable abrégé de cet énorme ouvrage pour que le lecteur puisse en juger utilement.

Il se termine par des conclusions dues à M. H. Brenier sur le mouvement commercial du port de Changhaï, le commerce général de la Chine et le rôle actuel et possible de la France. A ce sujet, laissons la la parole à M. Brenier, qui s'exprime ainsi dans les dernières lignes de son beau travail :

« Dans cet Extrême-Orient, vers lequel se déplace de plus en plus » l'âme politique et économique du monde, nous pouvons jouer un » beau rôle, soit par nous-mêmes, soit grâce à notre Indo-Chine. Cette » magnifique colonie nous donne plus de 1000 *km* de côtes sur le Pa- » cifique, et des régions fertiles, habitées par une race nombreuse. » maniable, travailleuse et prolifique... »

Puissent ces éloquentes paroles servir d'introduction et de semence féconde aux travaux de notre Commission d'études coloniales sur l'Indo-Chine et l'Extrême-Orient!

J.-M. Bel.

SUR QUELQUES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES NOUVELLES

EXÉCUTÉES AU

GRAND GLOBE CÉLESTE DE L'EXPOSITION

PAR

M. N. de TÉDESCO.

Parmi les diverses attractions dues à l'initiative privée et que l'Exposion nous offre, il y a lieu de mentionner le Grand Globe Céleste de M. Galeron, architecte diplômé, membre de la Société astronomique de France, et qui a conçu cette œuvre remarquable à bien des points de vue, l'a étudiée dans tous ses détails, et l'a exécutée avec le concours de spécialistes. Tout en me proposant de ne vous entretenir que des solutions constructives employées, d'autant plus intéressantes que l'édifice n'est pas condamné à disparaître avec l'Exposition, je vous décrirai, en passant, le rôle de divers éléments de la construction.

L'objet principal de l'attraction dont j'ai l'honneur de vous entretenir est la représentation scientifique du firmament à une échelle grandiose, attendu que le diamètre de ce dernier n'aura pas moins de 30 *m*. La sphère céleste n'est pas absolument complète; c'était forcé, puisque l'observateur, étant placé à l'intérieur, ne pourrait apercevoir ce que lui cache le plancher qui le supporte ; mais le segment qui manque en réalité n'a que 3 *m* de hauteur. Il est constitué d'une façon simple par des méridiens en fers à ⊥, composés de tronçons de 6 *m*, rigoureusement cintrés au rayon de 15 *m*, et au nombre de 36, c'est-à-dire se succédant tous les 10 degrés. Ils sont boulonnés aux couronnes extrêmes, supérieure et inférieure, en fers à ⌶, solidement assujettis, à l'enveloppe rigide dont nous parlerons tout à l'heure, et attachés à cette enveloppe en des points multiples de leur développement, c'est-à-dire partout où ils rencontrent des pièces de cette dernière.

Les parallèles et les méridiens intermédiaires, sont constitués par des fils d'acier de 5 *mm*, placés tous les degrés, de manière à former un treillis dont les mailles ont, au maximum, 0,26 *m*.

Les méridiens en ⊥ sont disposés dans des plans verticaux, vérifiés au théodolithe et passant par le centre du globe; la petite aile tournée vers ce centre et la grande aile dirigée dans le plan méridien; les parallèles, en fils d'acier, comme il a été dit, passent dans des trous perforés dans la grande aile, mais le plus près possible de la petite; quant aux méridiens intermédiaires, ils sont simplement ligaturés à leur rencontre avec les parallèles. On a constitué ainsi une sphère treillagée immense tirant sa résistance du grand nombre des points d'attache, et, par suite, d'une légèreté extrême, 5 à 10 *kg* par mètre carré, suivant la distance du mètre superficiel considéré au plan horizontal qui passe par le centre. C'est derrière cette carcasse métallique que sont appliqués les panneaux en papier bleu, ignifugés, sur lesquels l'architecte-astronome a réparti les différents astres. A cet effet, les panneaux sont perforés aux endroits voulus de petits trous dans lesquels sont sertis des diamants artificiels; de petites lampes électriques à incandescence placées derrière ces diamants de la couleur voulue, les transforment en étoiles, dont l'éclat répond à celui que l'astre correspondant possède dans la nature. Il n'est pas jusqu'au scintillement qui n'ait été rendu, en interposant entre les rayons lumineux et les diamants de petits prismes de cristal, suspendus à un fil sollicité par un moteur minuscule ou trembleur électrique.

Grâce à la demi-obscurité qui régnera à l'intérieur du globe, l'illusion est complète. L'obscurité répond à la nuit dans les salles de spectacle, c'est donc pour la première fois qu'un être humain peut assister au spectacle du ciel étoilé avec la faculté de se transporter en quelques instants d'une latitude à l'autre. Pour que la science, pour que l'enseignement ne perdent pas leurs droits, l'observateur pourra, avec de bons yeux, distinguer au moins les gros méridiens et s'orienter ainsi dans l'espace; nous avons fait remarquer, en effet, que la carcasse métallique recouvrait les panneaux libres, elle y constitue donc une graduation astronomique plus ou moins visible.

Mais le spectacle n'aurait pas été complet si l'observateur n'avait pu se rendre compte du lever et du coucher des étoiles. A cet effet il pénètre dans un globe de 8 *m* de diamètre représentant la Terre qui tourne sur lui-même et entraine par suite insensiblement ses habitants, répartis aux divers étages, de manière à reproduire fidèlement à leurs yeux le mouvement apparent du firmament. La durée de la rotation seule n'a pas

été respectée, car c'était trop demander au public, comme aux administrateurs, que d'exiger un séjour de vingt-quatre heures pour assister au lever et au coucher des astres (1).

La Terre, construite en charpente métallique, accomplit un tour sur elle-même en trois minutes. Elle repose sur un arbre d'acier qui la traverse de part en part par l'intermédiaire de coussinets réglables, et qui, faisant partie de son ossature métallique, tourne avec elle. La base de cet arbre d'acier repose sur plusieurs billes d'acier roulant dans un bain d'huile au fond d'une crapaudine disposée de manière à permettre des visites faciles et le remplacement des billes grippées.

L'arbre est entraîné par une roue dentée montée sur lui et faisant partie d'un ensemble électro-mécanique à vis sans fin absorbant 50 ampères sous 110 volts, énergie nécessaire pour entraîner les 40 *t* qui pèsent sur l'arbre. Pour s'opposer aux divers mouvements pouvant provenir d'une répartition disymétrique des charges, la Terre est munie en outre à sa base de galets de guidage roulant sur un monorail circulaire.

Cet ensemble mécanique est établi sur un pylône en bois de 12 *m* de hauteur, présentant la forme d'une pyramide octogonale, tronquée à peu de distance de son sommet, et constituée par huit pieds inclinés de 45° environ, s'appuyant sur le plancher haut, en fer béton, du premier étage. Ces pieds traversent donc le plancher haut du deuxième étage, plancher également en fer béton, dans lequel ils sont concastrés et sont entretoisés en outre par quatre planchers intermédiaires en bois, deux à la base à 0,25 *m* au-dessus des planchers en fer béton voisins dont nous venons de parler, deux au sommet, sur lesquels le public accède à l'aide d'escaliers fixes se développant suivant une spirale tangente au périmètre de la pyramide, support de la Terre. Pour accéder ensuite à l'intérieur de la Terre, le public met le pied sur un plateau tournant avec la Terre, et sur lequel débouchent des escaliers en charpente métallique qui s'enroulent autour d'un cylindre fictif de 2 *m* de diamètre, qui traverse diamétralement la sphère terrestre.

Les visiteurs peuvent donc circuler d'un étage à l'autre de la terre, sans avoir conscience du mouvement de rotation qui les entraîne, et passer ainsi des tropiques à l'équateur, et au pôle même, d'où ils jouissent du plus beau spectacle et le plus scientifiquement vrai. Nous ne pouvons entrer dans le détail de cette

(1) Par nos collègues MM. Charpentier et Brousse.

partie, toute astronomique, nous nous bornerons à dire que les astres sont représentés en véritable grandeur apparente, et que la Lune décrit sa trajectoire autour de la Terre, de manière à réaliser les différentes phases. Le globe extérieur n'est au fond qu'un comble sphérique (plus que plein-cintre, puisque son angle au centre est d'environ 290°) destiné à abriter le globe intérieur. Il a 41 *m* de diamètre et 34 *m* de hauteur au-dessus du socle en fer béton de 18 *m* de hauteur, qui le supporte. Mais pour donner l'illusion de la sphère complète, cette dernière se continue en apparence dans le socle même, de manière à laisser voir, par les jours de ce dernier, une calotte sphérique de 4,25 *m* de hauteur et de 25 *m* de corde. L'architecte a pensé, en effet, qu'il convenait de donner extérieurement au monument la forme annonçant sa destination spéciale.

Ce comble aux dimensions inusitées est constitué par seize fermes en charpente en bois. Mais ces fermes, pour des raisons spéciales, et notamment le passage des ascenseurs, ne sont pas équidistantes ; elles sont disposées en plan suivant un polygone de 16 côtés, dont 12 répondent à des angles au centre de 270 et 4 à un angle de 9°, ce polygone étant inscrit dans un cercle. Ces diverses fermes sont frettées par des cornières circulaires situées à des distances verticales de 2,30 *m* sur les fourrures en bois desquelles on a cloué et ligaturé des chevrons cintrés établis dans des plans verticaux et à des distances de 0,60 *m*. Sur ces chevrons, on a posé du lattis de métal déployé, recouvert extérieurement d'un enduit de plâtre. Enfin, sur ce plâtre on a marouflé une toile imperméable sur laquelle M. Motte a peint avec un réel talent, les allégories consacrées depuis les âges les plus reculés de l'astronomie.

Pour donner plus de grâce encore à ce comble original, il est coupé diamétralement par une galerie extérieure, inclinée de 41° sur l'horizon, et représentant l'équateur. Le public peut circuler dans cette galerie, rétrécie à dessein, de manière à ne laisser passer qu'une personne de front, à l'aide d'une succession d'escaliers et paliers. Pendant cette ascension, les visiteurs jouiront d'une très belle vue, puisque l'édifice est construit sur l'emplacement de l'ancienne gare du Champ-de-Mars, en bordure de l'avenue de Suffren et du quai d'Orsay prolongé. Le point le plus haut de cette galerie équatoriale est à 1,4 *m* du sol : les plus intrépides peuvent accéder à la plate-forme zénithale qui couronne l'édifice et qui a 12 *m* de diamètre, à l'aide d'une passe-

relle de 10 *m* de parcours. Les fermes de ce comble extraordinaire ont été étudiées avec le plus grand soin ; le problème se serait présenté d'une façon plus simple, si l'on avait pu prévoir de la charpente métallique, mais les délais considérables demandés par les constructeurs, par suite de la difficulté des approvisionnement des fers, ne l'ont pas permis.

Les fermes sont donc en bois : elles sont formées d'un treillis et de deux membrures dont les sections et les écartements sont très variables. Une seule de ces formes a ses membrures continues au sommet, les membrures des autres fermes viennent s'assembler, soit sur la première, soit sur une couronne très rigide. La continuité est rétablie, d'une part, à l'aide de câbles métalliques fortement ligaturés sur les membrures, et, d'autre part, à l'aide d'un effort de butée exercé sur la forme continue ou sur la couronne. On a réalisé ainsi la résistance aux efforts de tension et de compression, comme aussi aux efforts tranchants. Toutes les fermes peuvent donc être considérées comme continues à leur sommet.

Les extrémités des fermes sont liées d'une manière invariable au plancher en fer béton ; elles sont donc capables d'exercer une poussée. Les assemblages des différentes pièces n'étant pas absolument invariables, il est impossible de supposer que la poutre est encastrée à ses extrémités. L'hypothèse la plus plausible revient donc à considérer ces fermes comme des poutres en arc à deux articulations et à supposer que les articulations fictives se trouvent dans l'axe des pieds-droits. La portée théorique des fermes est alors de 33 *m* environ.

Toutes les fermes sont semblables, elles sont formées de deux membrures épousant autant que possible le globe intérieur de 30 *m* et le globe extérieur de 41 *m* de diamètre. Le treillis a été inspiré par les besoins de la construction ; sa forme irrégulière ne permet pas de classer nettement la poutre dans les systèmes à treillis ou dans les systèmes à âme pleine. Pour le calcul des poussées, on a supposé que les parties à membrures parallèles étaient à âme pleine et que les autres étaient à treillis. Par contre, les efforts ont été déterminés en supposant les barres articulées à leurs points d'attache et en négligeant entièrement, ce qui est très défavorable, les multiples liaisons opérées par les barres de remplissage. Enfin, les pieds-droits sont arc-boutés à mi-hauteur. par une contre-fiche ayant principalement pour but de résister à l'action du vent.

Le volume de bois entrant dans cette charpente est de 200 m^3 environ, avec 5 000 *kg* de ferrures. Le poids propre par mètre carré en projection est donc un peu moindre que 100 *kg*, ce qui est assez peu pour une couverture de 44 *m* de hauteur (1).

Pour compléter cette description un peu succincte, nous ajouterons que les intrados des fermes présentent la forme d'un pentagone circonscrit à un cercle de 30 *m* de diamètre; deux des côtés sont verticaux et ont 16 *m* de hauteur, deux autres sont inclinés à 45° et ont également 16 *m* de longueur, enfin, le cinquième côté est horizontal et a 12 *m* de longueur. L'extrados, comme il a été dit, épouse la forme d'un cercle de 41 *m* de diamètre. Les côtés verticaux, de 16 *m* de long. se poursuivent sur 10 *m* encore et sont doublés à 2 *m* de distance par une autre sapine, de manière à former, de concert avec la ferme voisine la plus rapprochée, un puits dont l'intérieur est complètement libre, et qui est utilisé pour le passage d'un ascenseur.

Le type d'ascenseur adopté est tout nouveau et fait l'objet d'un brevet de M. Vuilliet, qui a construit également la partie électromécanique relative à la Terre. Ces ascenseurs électriques sont absolument remarquables par la sécurité qu'ils offrent. A cet effet les colonnes qui forment les montants de la cage sont creuses et passent autour de câbles fixés à leurs extrémités et avec un jeu convenable, lorsque la vitesse de déplacement de la cage est normale. La cage est saisie à ses deux extrémités, haut et bas, par un câble sans fin qui est tiré dans un sens ou dans l'autre par le treuil électrique. Enfin un quatrième câble, fixé à ses deux extrémités, est tendu verticalement en dehors de la cage, sur un de ses côtés, mais assez près pour faire tourner un galet à gorge monté sur la cage de l'ascenseur. Ce galet tourne donc avec une vitesse proportionnelle à celle du déplacement de l'ascenseur, et il actionne à l'aide d'engrenages coniques un appareil centrifuge logé au sommet de la cage. Dès que, sous l'action d'une vitesse anormale, les boules centrifuges s'écartent, un frein armé de sabots à cheval sur les câbles qui traversent les colonnes creuses coince ces câbles et bloque ainsi tout le système. Il est à remarquer que bien que les mouvements des déclics s'opèrent brusquement, le frein, par sa construction même, n'agit que progressivement et, par suite, sans secousse.

(1) La charpente en bois a été exécutée par MM. Colas et Cie pour le comble et le pylône central; pour toutes les autres parties par M. Berthelot. Le mémoire justificatif a été dressé par M. Maurel, sous-ingénieur des constructions métalliques au chemin de fer de l'Est et un de nos nouveaux collègues.

Nous arrivons maintenant à une des parties les plus intéressantes : le socle de 18 *m* de hauteur qui porte toute la construction. En effet, si en apparence le globe semble reposer sur un monument en pierre de taille ayant la forme d'un arc de triomphe à section carrée, en réalité ce socle est constitué par une plate-forme établie sur une série de piliers, entretoisés en deux points intermédiaires de leur hauteur par des planchers correspondants, et la forme gracieuse qu'il possède a été obtenue à l'aide d'un habillage en bois et plâtre.

Les parties porteuses de l'édifice, c'est-à-dire planchers, poteaux et escaliers, ont été établies en fer béton.

Comme ce mode de construction n'a pas encore été décrit, que je sache, dans cette enceinte, j'en dirai quelques mots d'une façon générale. Le fer béton, comme son nom l'indique, est une variante du ciment armé. Sa caractéristique est l'emploi de câbles en acier, en forme de chaînettes, disposés, par suite, de manière à travailler à l'extension : le béton d'enrobement ne joue qu'un rôle secondaire, celui de remplissage ; on peut ajouter aussi celui de résister à la compression, qui résulte de la tendance que les points d'attache des câbles, sollicités par la traction de ces derniers, ont à se rapprocher. Le système du fer béton ou le système Matrai, nom qu'il a emprunté à son inventeur, est donc absolument l'inverse d'une voûte surbaissée en maçonnerie qui, elle, travaille exclusivement à la compression et exerce une poussée au vide. La section des câbles se calcule exactement comme la section d'une voûte en maçonnerie, où l'on n'aurait pas à craindre de moments fléchissants, c'est-à-dire que l'effort subi par la section est égal à la charge totale multipliée par la portée et divisée par huit fois la flèche.

Les deux éléments principaux du fer béton sont le grillage et les poutres, c'est-à-dire les surfaces et les nervures. Si l'on compare des hourdis de remplissage entre poutres, établis d'une part en ciment armé, de l'autre en fer béton, ce dernier diffère du premier en ce que l'ossature est constituée par des fils d'acier de 5 *mm*, au lieu de barres variant de 5 à 20 *mm*, qu'elles sont incurvées, au lieu d'être droites, qu'elles sont attachées à des points fixes, au lieu d'être appuyées simplement, enfin qu'elles traversent généralement la surface à couvrir en diagonales croisées au lieu d'être normales aux poutres.

Nous pouvons même ajouter, et c'est un point essentiel, que ces câbles diagonaux sont disposés de manière à ne s'attacher

que sur les parties extrêmes de la poutre, les tiers ou les quarts extrêmes.

Quant aux poutres, elles sont généralement constituées par des fers à plancher du commerce, ou des poutres assemblées, qui ne diffèrent de celles que l'on emploie en charpente métallique que par le moins grand nombre de rivets et la faiblesse relative des montants travaillant à la compression. Seulement, grâce au mode d'attache des câbles de grillage, qui portent les charges, celles-ci se trouvant réparties sur les extrémités des poutres, le moment fléchissant de ces dernières est moitié moindre que lorsque les mêmes charges sont réparties uniformément sur toute la longueur des poutres. Voilà une première économie sur la charpente métallique. D'autre part, les poutres sont doublées de part et d'autre de leurs treillis en fer plat d'un câble en chaînette amarré sur les poutres perpendiculaires aux premières, et on a l'habitude de calculer la section de ces câbles de manière qu'ils puissent supporter la moitié des charges, l'autre moitié revenant aux poutres. On compte sur le béton qui enrobe à la fois et la poutre et ses câbles complémentaires, pour répartir ces fractions de charge. On gagne encore à ce nouveau soulagement des poutres, parce que, si l'on compare une poutre et un câble, on est conduit à trouver que le câble est beaucoup plus économique.

En effet, l'effort est toujours $\frac{Pl}{8f}$, dans l'un et l'autre cas, mais il s'exerce en sens opposé sur les deux membrures de la poutre qui, par suite, doivent être calculées toutes deux pour cet effort ; le câble n'a qu'une membrure, il n'a pas de treillis, et sa résistance à l'extension, s'il est en acier, est plus que double de celle du fer ; enfin, dernière économie, sa mise en œuvre est plus économique (1).

Le socle comprend trois planchers successifs en fer béton de 1200 à 1500 m^2 chacun de superficie : les poutres principales ont

(1) Cette économie vous frappera certainement et vous vous demanderez pourquoi on n'augmente pas la proportion des charges destinées aux câbles, en déchargeant d'autant les poutres rigides. C'est ce qui a été fait jusqu'à la dernière limite pour le troisième plancher, puisque les câbles ont été calculés pour la totalité des charges ; mais on a fait usage cependant de poutres de commerce de faible section pour permettre l'attache du grillage et résister à la compression s'opposant au rapprochement des rives sous l'effet de la traction du grillage. Cette modification de la dernière heure n'a pas été faite, cependant, dans un but d'économie, mais uniquement pour gagner du temps, les constructeurs de charpentes métalliques ayant été surchargés de travaux ces derniers temps. Le résultat obtenu par cette modification a été tout aussi satisfaisant que celui donné par les autres étages.

de grandes portées ; quelques-unes atteignent 14 *m* de portée, pour des charges totales de 900 *kg* par mètre carré.

Nous dirons quelques mots aussi des poteaux du système Matrai ; ces derniers sont calculés, à la compression, comme s'ils étaient en béton non armé ; leur section en centimètres carrés est donc égale au quotient de la charge par 25 *kg*, chiffre admis pour le travail normal du béton à la compression par centimètre carré. Mais les chaînettes en acier réapparaissent pour s'opposer au flambage, c'est-à-dire aux efforts fléchissants résultant de forces horizontales. Ces chaînettes sont établies dans des plans verticaux, aussi nombreux qu'il y a de plans dangereux au point de vue du flambage. Cette précaution n'est pas superflue. Dans cette construction, il y a eu, en effet, à un moment donné, des poteaux de 0,30 *m* de côté et de 18 *m* de hauteur, sans aucune pièce d'entretoisement ; ces pièces n'ont été établies que plus tard.

Une des applications les plus curieuses du fer béton est celle qui est relative à l'établissement des escaliers. Comme cette construction grandiose ne comporte pas un seul mur, les diverses volées des escaliers ne prennent leurs points d'appui que sur les poteaux. Dès lors voici la solution que l'on a adoptée : les volées sont portées, marche par marche, par les garde-corps des escaliers, qui sont ainsi des poutres en fer béton, mais constituées uniquement par un câble métallique s'amarrant sur les poteaux. Chaque marche, ou plutôt chaque chaînette de marche est donc suspendue à un câble suspendu lui-même. Tous ces câbles, une fois enrobés dans le ciment, conservent la forme qu'ils ont prise d'eux-mêmes sous leur propre poids, et l'escalier monolithe en béton participe à la fois de la résistance du pont suspendu et de la rigidité du pont en maçonnerie.

Il nous est plus difficile de traiter la question économique, d'une part parce que les comptes ne sont pas faits encore, de l'autre parce que toute la construction du Globe Céleste ayant été retardée au début, il a fallu marcher sans compter, pour terminer en temps voulu. On peut dire en effet que, sauf pour la fondation, l'édifice n'a été commencé qu'en octobre dernier, ce qui ne fait guère plus de six mois pour une construction de près de 60 *m* de hauteur et de plus de 1 600 m^2 de base.

Le système Matrai emploie exclusivement de l'acier de 5 *mm*, pour les grillages comme pour les câbles des poutres, et ces derniers sont faits à pied d'œuvre, par des ouvriers quelconques, formés en quelques jours. Il a été employé ainsi environ 100 *t*

de fils d'acier. La consommation du ciment, fourni par la maison Candlot et Cie, a été de 1 000 *t* environ.

Une des curiosités de cette construction, c'est sans contredit la voûte renversée de 80 *m* de circonférence et de 4,25 *m* de retombée, qui apparaît au deuxième étage, de manière à parfaire le globe extérieur de 41 *m* de diamètre, qui se termine réellement à la plate-forme supérieure. Cette voûte renversée est construite d'après le système Matrai, mais l'agglomérant est une couche de 4 *cm* de plâtre. Les chaînettes sont ici des méridiens qui s'arrêtent à un petit cercle de 0,50 *m* de diamètre, placé au sommet de la calotte sphérique, et viennent tout simplement se sceller dans le plancher haut du deuxième étage.

Nous mentionnons également des porte-à-faux de plus de 4 *m*, d'une grande hardiesse.

Quant aux fondations, faites dans un terrain détestable, et pouvant supporter à peine 0,500 *kg* par centimètre carré, elles ont été établies en partie par le système Dulac, Ducloux et Minuit. Nous disons en partie, parce que la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, propriétaire du terrain, n'ayant pu retirer à temps ses anciennes voies, il a fallu procéder aux modes de construction ordinaires que l'on emploie en ciment armé, en fer béton. Il me semble inutile de les décrire, car vous les connaissez bien.

Pour terminer, nous remarquons que nous n'avons pas assez insisté sur l'emploi constant qui a été fait du Métal Déployé dont M. Chalon a eu l'occasion de vous entretenir; c'est lui qui forme le globe de 41 *m* de diamètre et toutes les façades du Globe, tous les parapets, le grillage protecteur de l'équateur, etc., etc. L'Exposition en a fait une consommation énorme sous forme de façades, de planchers, de tabliers de ponts et de clôture.

LES
ORDURES MÉNAGÈRES DE PARIS

PAR

M. P. VINCEY

La question du régime des ordures ménagères de la capitale est l'un des problèmes d'édilité des plus complexes. Il oblige à concilier à la fois les intérêts budgétaires de la Ville, les nécessités de l'hygiène et les besoins de l'agronomie.

Tous les cinq ans, la Ville de Paris met le soin de cet enlèvement à l'adjudication. Ne sont admis à soumissionner que ceux-là seuls qui ont préalablement justifié des moyens matériels capables d'assurer cet important service. Le lot de l'adjudication correspond juste à l'arrondissement.

La dernière adjudication prenait fin le 15 juillet 1899. Pour permettre aux cultivateurs de la banlieue de pouvoir soumissionner, on a décidé de diminuer le lot d'adjudication et de le limiter à l'unité de quartier, c'est-à-dire de faire 80 lots, à la place des 20 primitifs.

Par suite de circonstances particulières, il est arrivé que presque personne n'est venu à l'adjudication (12 agriculteurs seulement), et qu'on a dû recourir au traité par voie amiable, avec des entrepreneurs particuliers.

Le prix d'enlèvement, qui était primitivement de 3,86 *f* par tonne, soit 2,16 *f* le mètre cube, a été augmenté, et a donné 5,20 *f* de la tonne en moyenne. Au total, au lieu de 2 200 000 *f* par an, la Ville de Paris doit maintenant dépenser plus de 3 150 000 *f*, soit une augmentation de près d'un million.

A la suite de cette augmentation de dépenses, la question de l'incinération des gadoues est revenue sur le tapis. Quelques-uns pensaient que cette modification dans le traitement des ordures apporterait, pour l'avenir, une sécurité à la Ville contre l'accroissement progressif des dépenses.

Des projets dans ce sens ont été établis, malgré le vœu de la Commission municipale, qui demandait qu'on réservât les gadoues à l'agriculture.

Le promoteur de l'un de ces projets disait : « Nous ne compromettrons pas les intérêts de l'agriculture, car les cendres des gadoues incinérées contiendront l'acide phosphorique et la potasse, qui trouveront leur emploi agricole. »

Un très grand nombre d'analyses chimiques des sols de banlieue, anciennement fumé à la gadoue, montrent que très ordinairement ces terres sont fort riches en acide phosphorique et en potasse. C'est ainsi que 1 *kg* de terre contient communément de 2 à 3 *g* d'acide phosphorique. La potasse s'y rencontre de même par près de 3 *g* en moyenne.

On admettra, dans ce cas, que l'apport d'engrais phosphatés et potassiques ne puisse avoir qu'un effet très limité sur l'accroissement des récoltes. Si ces terres sont abondamment pourvues d'acide phosphorique et de potasse, elles ne sont pas plus riches en azote et en humus que les autres terres de France. Or, les gadoues leur apportent ces deux derniers éléments qui leur manquent. Donc, si on incinérait les gadoues, on arriverait à ce résultat, de priver les terres de la banlieue parisienne de l'humus et de l'azote dont elles ont besoin, pour leur donner de l'acide phosphorique et de la potasse, dont elles ont généralement assez.

Si on brûlait les gadoues de la grande ville, afin d'assurer la conservation de la fertilité des terres de banlieue, on serait contraint d'y consacrer une certaine étendue à la culture fourragère, pour la production du fumier de ferme.

Au point de vue de l'approvisionnement parisien ce serait donc un progrès à rebours.

Nous avons été inquiétés de ces projets, qui semblent justifiés aux yeux de leurs promoteurs par le fait que les adjudications dernières avaient mal réussi.

Avec un lotissement quelconque, en admettant l'incinération, d'après les projets proposés, la Ville de Paris payerait par tonne pour l'enlèvement 5,20 *f*, plus 2 *f* par tonne pour l'incinération, ce qui porterait la dépense à 7,20 *f* par tonne, pour le moins.

Dans ce prix encore, ne sont pas comprises les dépenses en régie de la collecte, supportées directement par la Ville. Ces dépenses de régie, les mêmes pour tous les systèmes, sont encore de 1,30 *f* par tonne de gadoue.

Pour les 600.000 tonnes enlevées par année une somme de 4.500.000 francs, rien qu'à l'entreprise, devrait être supportée par la Ville de Paris, si l'on généralisait l'incinération. Ce remède

n'est pas avantageux au point de vue de l'économie. Pour le côté hygiénique, la création de fours, leur fonctionnement et les dépôts d'ordures qu'elle nécessiterait, seraient très insalubres pour le voisinage de ces usines.

Si ces usines d'incinération étaient établies à Paris ou dans la banlieue suburbaine, elles créeraient l'infection. Si on les établissait fort loin de Paris, en plein champ, alors à quoi bon détruire par le feu ce qui ne gênerait plus personne et que l'agriculture a tant d'intérêts à conserver ?

Pour ce qui est de la création, dans les gares de chemin de fer, de quais d'embarquement aux portes mêmes de Paris, les résultats obtenus ont été insignifiants. Suivant l'avis si judicieux du Comité consultatif d'hygiène, il convient de rechercher le meilleur moyen de débarrasser Paris des ordures ménagères, par des procédés rapides, hygiéniques, propres et économiques sans en priver l'agriculture. On a songé pour cela à utiliser les voies de tramways de pénétration dans Paris.

Chacun sait que le département de la Seine a autorisé la création d'un grand nombre de lignes de pénétration de tramways.

On pourrait utiliser les voies de ces tramways pendant le temps où elles sont libres, de minuit et demi à 6 heures du matin, pour l'enlèvement des ordures et leur transport à 8 ou 10 *km* des murs de Paris, vers la double voie terrestre et ferrée de la grande ceinture. Les fumiers, les vidanges, tous les *excreta* de la ville, pourraient prendre le même chemin, aux pareilles heures. Les trains pourraient aussi, à l'aller vers Paris, y conduire les produits des cultures de banlieue et approvisionner de la sorte partiellement les Halles centrales de la capitale.

Pour cette raison il faudrait que l'heure de la collecte des ordures ménagères fût modifiée et que la collecte nocturne remplaçât la collecte diurne.

Dans ce but, il conviendrait de diviser Paris en 3 zones concentriques :

La première, des fortifications aux boulevards extérieurs ; la deuxième, des boulevards extérieurs aux grands boulevards, et la troisième, des grands boulevards au centre, et que la collecte y fût faite de 10 heures du soir à 5 heures et demie du matin.

Pour la première zone, elle aurait lieu de 10 heures à minuit et demi ; pour la deuxième, de minuit et demi à 3 heures et, pour la dernière, de 3 heures à 5 heures et demie. La collecte

serait faite dans des voitures jaugeant 6 m^3, soit 3 t et demie de gadoue.

Sur les 1.000 *km* de rues et à raison de 3 m^3 par kilomètre, chaque voiture n'aurait en moyenne que 2 *km* d'itinéraire de collecte à faire. Ces voitures de collecte viendraient se rassembler par quatre sur les voies de tramways et former ainsi les trains d'évacuation mécanique.

Chacun de ces trains d'évacuation, vers les dépôts en pleine campagne agricole, emmènerait notamment 15 t de gadoue, soit 25 m^3 environ.

Ici, se pose une question. Comment s'effectuera la transformation de la voiture de collecte de rue en wagon d'évacuation sur rails?

Il y a, à Bruxelles, une voiture de tramways qu'on appelle vulgairement la voiture à *cinq pattes*. Ce véhicule possède 4 roues à jante plate de roulement, à la voie des rails.

Au moyen de deux roues supplémentaires et mobiles de direction, du côté droit, commandées par un levier qui les fait se lever et s'abaisser à volonté, pour emprunter la gorge des rails, cette voiture parcourt un itinéraire sur rails, pour un tronçon, et sur route, pour le reste.

On peut facilement concevoir des wagonnets semblables et bas, de 6 m^3 de contenance; par la traction des chevaux, les faire servir comme camions de collecte sur rues; les grouper ensuite par 4 ou 5 sur rails; les évacuer enfin au moyen de locomotives.

De ce fait on peut réaliser de sérieuses économies sur le travail des chevaux et des employés de la collecte et de l'évacuation.

Ce projet, ainsi qu'on peut en juger, se présente au point de vue hygiénique, agricole et financier, et comporte au résumé: la collecte de nuit, l'évacuation nocturne, mécanique, par les voies de tramways de pénétration; la conservation des gadoues pour l'agriculture par la formation de dépôts au loin dans la banlieue, à 8 *km* en moyenne des murs de Paris, et desservis par la double voie terrestre et ferrée de la Grande Ceinture.

C'est de quelques-uns de ces dépôts ruraux, pourvus de voies industrielles de raccordement avec la Grande Ceinture, que s'écoulerait, sur les cinq grands réseaux ferrés, le tiers des gadoues de Paris, utilisées par la culture à de plus grandes distances de la capitale.

Pour ce qui est de l'évacuation des gadoues par chemin de fer, on supprimerait ainsi, par le chargement aux dépôts de trains

complets, les si nombreux inconvénients pour la salubrité, que présente actuellement l'embarquement dans les gares très fréquentées vers les fortifications mêmes de Paris.

On sait que tous les produits de l'assainissement, quels qu'ils soient, sont gênants pour la salubrité. On ne peut pas les supprimer comme par enchantement. Alors il faut rechercher les moyens de les rendre moins gênants.

Les dépôts ruraux ne seraient pas exactement le long de la voie de Ceinture. Sur des tronçons de raccordement avec les lignes de tramways suburbains, les gadoues seraient transportées loin des habitations, dans les endroits où elles n'offriraient plus que le minimum d'inconvénients.

Au point de vue du triage, par les agents du déchargement et du chiffonnage dans les dépôts, le service serait sérieusement exécuté. Il débarrasserait ainsi l'agriculture des matériaux incommodants et étrangers à la fertilisation que contiennent les gadoues lors de la collecte dans Paris.

Quant à la richesse en engrais, les analyses faites par MM. Schlœsing, Muntz et Girard ont montré que la valeur agricole des gadoues est assez voisine de celle du fumier de ferme ordinaire.

CHRONIQUE

N° 246. A.

Sommaire. — Les locomotives allemandes à l'Exposition de 1900. — Travaux d'amélioration du canal de Suez. — Le procédé Talbot pour la fabrication de l'acier. — Sécurité des ascenseurs.

Les locomotives allemandes à l'Exposition de 1900. — Les locomotives exposées à Vincennes dans la section allemande sont au nombre de 14, ce qui représente à peu près le quart de l'effectif total qui est d'une soixantaine. Ces locomotives ont été envoyées par neuf constructeurs, savoir : deux en Bavière, la maison Maffei et la fabrique de Krauss, toutes deux à Münich; cinq en Prusse : la fabrique berlinoise de machines, précédemment Schwartzkopff, à Berlin, Borsig, à Berlin, la fabrique hanovrienne de machines, à Hanovre, Henschel et fils, à Cassel, et la Société Vulcan, à Stettin ; un en Saxe, la fabrique saxonne de locomotives, précédemment R. Hartmann, à Chemnitz, et un en Wurtemberg, la fabrique de machines d'Esslingen, précédemment Emile Kessler, à Esslingen.

Nous passerons très rapidement en revue les dispositions caractéristiques de ces machines en donnant leurs dimensions principales.

J. A. Maffei, à Munich. — Cette maison expose une locomotive compound articulée, système Mallet, appartenant aux chemins de fer de l'État bavarois. Nous n'insisterons pas sur les dispositions générales de cette machine, dont le système a été décrit plusieurs fois dans nos bulletins; nous dirons seulement qu'elle présente la particularité d'avoir un essieu porteur à l'avant-train. La présence de cet essieu, qui n'a aucun déplacement par rapport au châssis de cet avant-train, s'explique par les dimensions de la chaudière, qui est beaucoup plus puissante que celle du type déjà construit pour l'État bavarois et pour le Palatinat, et qu'on trouvera décrit dans la Chronique de janvier 1897, page 114, à l'occasion de l'exposition de Nuremberg, où figurait ce type. La surface de chauffe n'était que de 136 m^2, alors que celle de la machine exposée est de 157,5 m^2.

Les cylindres ont 400 et 635 *mm* de diamètre et 630 *mm* de course, les roues motrices 1,340 *m* et les roues de support 950 *mm* de diamètre; les écartements partiels des essieux 1,730 *m* et 4,025 *m* et l'écartement total 8,200 *m*. La chaudière timbrée à 15 *atm*, a 2,65 m^2 de grille, 11,9 m^2 de surface directe et 157,5 m^2 de surface de chauffe totale. Le poids à vide est de 60 500 *kg* et le poids en service de 67 000 *kg*, dont 56 000 *kg* utilisés pour l'adhérence. L'effort de traction atteint 11 200 *kg*. La machine est accompagnée d'un tender à quatre essieux divisés en deux bogies contenant 18 000 *l* d'eau et 6 000 *kg* de charbon et pesant, plein, 44 700 *kg*, ce qui donne 111 700 *kg* pour le moteur complet. Cette machine porte le numéro 2096 du constructeur.

Fabrique de machines de Krauss, à Munich. — Cette fabrique expose trois locomotives, dont deux grandes.

La première présente des dispositions qui sortent de l'ordinaire. Elle est caractérisée par un essieu auxiliaire avec moteur spécial, comme la machine du même constructeur qui figurait à l'exposition de Nuremberg (voir Chronique de janvier 1897, p. 118) ; seulement, la machine qui est à Vincennes a deux essieux accouplés au lieu d'être à roues libres.

Cette machine a six essieux. soit, en partant de l'arrière, un essieu porteur, deux essieux couplés et un bogie à deux essieux entre lesquels est intercalé un essieu porteur rattaché au châssis principal.

C'est une machine compound à deux cylindres intérieurs; la distribution est du système Walschaerts. L'essieu auxiliaire est actionné par deux cylindres extérieurs inclinés avec distribution Joy. Cet essieu est, lorsqu'on ne l'utilise pas, relevé par un mécanisme actionné par un cylindre à vapeur. Le changement de marche comporte un arbre horizontal partant de l'abri du machiniste et commandant, par des roues d'angle, un axe vertical fileté dont l'écrou est relié à l'arbre de relevage. Une particularité, empruntée à la pratique américaine, est que la boite à feu extérieure est reliée au corps cylindrique par une partie tronconique. Une autre, plus originale, est que le bouton d'accouplement de l'essieu moteur porte une bielle qui s'attache à un contrepoids placé à l'arrière et glissant entre des guides. La trajectoire de ce contrepoids se trouve en prolongement de la direction de l'axe des cylindres, ce qui a nécessité une transmission un peu compliquée. Cette disposition a pour objet de réaliser l'équilibre des pièces en mouvement alternatif sans exagération des contrepoids des roues.

La chaudière de cette machine est timbrée à 14 *atm* ; elle a 2,91 m^2 de surface de grille et 180,7 m^2 de surface de chauffe, dont 11,8 m^2 directs. Les cylindres principaux ont 440 et 650 *mm* de diamètre, avec 660 *mm* de course, et les cylindres auxiliaires 260 *mm* de diamètre et 400 *mm* de course.

Les roues motrices ont 1,870 *m* de diamètre et les roues auxiliaires 1,00 *m*, ainsi que les roues de support. L'écartement fixe des essieux est de 1,94 *m* et l'écartement total de 8,940 *m*. La machine pèse, à vide, 61 500 *kg* et, pleine, 68000 *kg*, dont 28 200 *kg* sur les essieux accouplés; le poids adhérent peut être porté à 4 160 *kg* par l'emploi de l'essieu auxiliaire.

L'effort de traction normal est de 3 825 *kg* et peut être augmenté de 1900 *kg* par l'utilisation du mécanisme auxiliaire.

Cette machine porte le numéro 4400 du constructeur; elle parait avoir été faite sans destination précise; on nous a dit, cependant, qu'elle serait probablement employée sur la ligne du Palatinat.

Il semble, *a priori*, que la disposition spéciale qui caractérise cette locomotive, et dont on ne saurait contester la complication, est plus justifiée sur une machine à roues libres, comme celle de l'exposition de Nüremberg, puisque dans ce cas elle peut doubler le poids adhérent, que dans une locomotive à deux essieux accouplés où elle n'augmente, comme dans le cas présent, l'adhérence que de 47 0/0, proportion toutefois encore très notable.

La seconde machine est une locomotive-tender pour service de banlieue, type DXIII, n° 2263, du chemin de fer de l'État bavarois, portant le numéro 4401 de construction. Cette machine a deux essieux couplés, un essieu porteur à l'avant et un bogie à l'arrière. L'essieu porteur d'avant est relié à l'essieu accouplé d'avant par le balancier horizontal du système Helmholtz qui permet les déplacements transversaux inverses des deux essieux reliés, disposition analogue à celle de Beugniot. Les cylindres égaux sont extérieurs, la distribution du type Walschaerts. Les caisses à eau sont sur les côtés de la chaudière et la caisse à combustible à l'arrière de l'abri.

La chaudière, timbrée à 12 *kg*, a 1,96 m^2 de surface de grille et 107 m^2 de surface de chauffe, dont 8,37 *m* directs. Les cylindres ont 450 × 560 *mm*, les roues accouplées 1,64 *m* et les roues de support 1 *m* de diamètre. L'écartement fixe des essieux est de 2,05 *m* et l'écartement total de 8,80 *m*. Le poids à vide est de 52500 *kg* et le poids en service de 68800 *kg*, dont 30 000 *kg* utilisés pour l'adhérence. La machine porte 9 100 *l* d'eau et 2 800 *kg* de combustible. L'effort de traction est de 4 150 *kg*.

La troisième machine est une petite locomotive à voie de 0,60 *m*, portant le numéro de construction 4 403. Elle ne présente rien de particulier. La chaudière, timbrée à 12 *atm*, a 0,39 m^2 de surface de grille et 17,1 m^2 de surface de chauffe, dont 2 m^2 directs. Les cylindres ont 200 × 300 *mm* et les roues des deux essieux couplés 620 *mm*; un essieu radial à roues de 430 *mm* est placé à l'arrière du foyer.

L'écartement des essieux est de 1,10 *m* et l'écartement total de 2,40 *m*. La machine pèse, à vide, 7800 *kg* et, pleine, 10300 *kg* dont 8000 *kg* sur les essieux couplés.

Les caisses à eau contiennent 1260 *l* d'eau et 500 *kg* de charbon. L'effort de traction est calculé à 1 160 *kg*.

Fabrique berlinoise de machines, précédemment Schwartzkopff, à Berlin. — Cette fabrique expose une locomotive compound à deux cylindres extérieurs pour service de voyageurs, accompagnée de son tender. Elle a deux essieux accouplés dont l'un sous le foyer et un bogie à l'avant. Les deux cylindres sont extérieurs et horizontaux; la distribution est du type Walschaerts. Nous appellerons l'attention sur la disposition du relevage qui se fait par une élégante adaptation du système différentiel que nous avons introduit en 1884 et qui figurait sur la locomotive compound de l'État français exposée en 1889, système décrit dans le Bulletin de juillet 1890, page 66 et figures 14 et 15, planche XI.

Le dispositif de la machine allemande se trouve aussi sur la locomotive compound à deux cylindres exposée par la Société de Fives-Lille.

La chaudière, timbrée à 12 *atm* a 2,3 m^2 de surface de grille et 118 m^2 de chauffe, dont 9 m^2 directs. Les cylindres ont 460 *mm* et 680 *mm* de diamètre et 600 *mm* de course. Les roues motrices et accouplées ont 1,75 *m* de diamètre et celles du bogie 1 *m*. L'écartement fixe des essieux est de 2,60 *m* et l'écartement total de 7,40 *m*. La machine pèse, à vide, 45 600 *kg* et, en service, 51 600 *kg*, dont 30 000 *kg* sur les roues motrices et accouplées. L'effort de traction est de 5 000 *kg*.

Le tender à trois essieux pèse 15 000 *kg* à vide et 32 000 *kg* avec

12 000 *l* d'eau et 3 000 *kg* de charbon. Le poids de la machine avec le tender ressort ainsi à 83 000 *kg*.

Cette locomotive, qui porte le numéro de construction 2894, appartient aux chemins de fer de l'État prussien, direction d'Elberfeld. *(A suivre.)*

Travaux d'amélioration du canal de Suez. — Une communication de sir Charles A. Hartley, à l'*Institution of Civil Engineers*, le 4 mars dernier, donne d'intéressants détails sur les travaux d'amélioration du canal de Suez.

Après un aperçu sur la conception et l'exécution de ce grand travail, ouvert à la navigation en 1869, l'auteur se propose de décrire les travaux d'amélioration qui ont été rendus nécessaires par le développement considérable qui s'est produit dans le trafic du canal depuis 1872. Les besoins étaient devenus si urgents pour de plus grandes facilités dans la circulation, qu'il n'était plus possible de ne pas en tenir compte et, en 1881, une Commission consultative internationale, composée de huit membres français, trois anglais et six d'autres nationalités, fut instituée pour étudier les moyens à employer pour élargir le canal ou pour en établir un second parallèlement.

Cette Commission nomma une Sous-Commission chargée de se rendre en Égypte, avec pleins pouvoirs pour faire une enquête complète sur la question et se renseigner auprès des fonctionnaires de la Compagnie. L'auteur de la communication faisait partie de cette Sous-Commission, avec sir John Coode.

Suivant les études de M. Lemasson, Ingénieur en chef de la Compagnie, l'élargissement à 70 *m* au plafond du canal existant devait coûter, y compris le matériel d'exécution, 203 millions de francs pour une profondeur de 8 *m*, et 244 millions pour une profondeur de 9 *m*. D'un autre côté, le coût de l'exécution d'un canal parallèle d'une profondeur de 9 *m* était estimé à 280 millions de francs, pour une largeur égale à celle du canal existant; mais, dans ce second devis, il n'était pas tenu compte des garages et de la somme en capital correspondant à l'accroissement des dépenses d'exploitation, accroissement qui n'était pas négligeable.

La Sous-Commission se trouva ainsi conduite à formuler les questions suivantes :

1° L'élargissement proposé du canal permettrait-il à deux grands navires en marche de se croiser sans danger ?

2° Combien d'eau un grand navire doit-il avoir sous sa quille pour pouvoir gouverner facilement à une vitesse de 8 nœuds?

3° A quelle vitesse un grand navire pourrait-il naviguer dans le canal élargi avec une quantité d'eau suffisante sous sa quille ?

4° A quelle distance de grands navires devront-ils ralentir leur vitesse avant de se croiser dans le canal élargi, toujours dans l'hypothèse d'une quantité d'eau suffisante sous leur quille ?

5° Quelle devra être la vitesse de ces navires au moment de leur croisement ?

6° Deux navires étant en marche, quelle devra être la distance entre eux ?

Ces questions furent soumises à un certain nombre de capitaines et

de pilotes bien au courant de la navigation du canal. De plus, les membres de la Sous-Commission profitèrent du transit du steamer *Austral*, le plus grand navire faisant actuellement le passage par le canal, pour constater par eux-mêmes les divers phénomènes produits aux différentes vitesses, tels que temps nécessaire pour les arrêts et manœuvres dans les parties courbes du canal, effet de la vague produite par le navire sur les berges, et sur les navires à l'ancre ou amarrés le long des rives, etc.

Les résultats de ces observations sont donnés dans le mémoire. Un des faits les plus curieux est le suivant : l'*Austral* donnait une vitesse de 5 nœuds, avec 45 tours d'hélice, dans les parties droites du canal, alors qu'en pleine eau ce nombre de tours correspondait à une vitesse de 11 nœuds, la vitesse normale de 16 nœuds exigeant une allure de 68 tours par minute. On constata aussi que la vague soulevée par le navire produisait un effet destructeur sur les berges non protégées, et, même dans une certaine mesure, sur les revêtements en pierre. Avant de terminer ses investigations, la Commission eut l'occasion de faire des constatations intéressantes en naviguant de nuit à bord d'un paquebot portant un projecteur de 1 600 bougies à 5,50 *m* au-dessus du niveau de l'eau. On reconnut qu'au moment où le navire passait une paire de bouées indiquant la passe, mais seulement à ce moment, la paire suivante, distante de 300 *m*, devenait parfaitement visible.

Les membres de la Sous-Commission, après avoir terminé leurs travaux sur place, se réunirent encore plusieurs fois en Égypte et à Paris avant de soumettre leurs conclusions à la Commission consultative internationale qui se réunit à Paris en février 1885. Ces conclusions tendaient à recommander l'élargissement du canal à 75 *m* dans les alignements droits et à 80 *m* dans les courbes.

La profondeur définitive devait être de 9 *m* et provisoirement de 8,50 *m*. On procéda sur ces bases et la première période des travaux d'amélioration, 37.50 *m* de largeur au plafond et 8,50 *m* de profondeur, a été achevé en décembre 1898, soit 12 années après le commencement des travaux. Actuellement un navire de 7,80 *m* de tirant d'eau a 1 *m* d'eau sous sa quille aux basses mers ordinaires de vive eau et encore 0,40 *m* aux basses mers extraordinaires quand il pénètre dans le canal du côté de Suez.

Le mémoire donne des indications sommaires sur les modifications qui se sont produites dans le profil de la côte et dans les profondeurs devant Port-Saïd depuis 1859, et d'autres renseignements moins techniques que financiers, parmi lesquels est rappelé l'achat fait en 1875 par le gouvernement anglais, des actions du canal appartenant au Khédive, achat fait moyennant 100 millions de francs. Ces actions au cours actuel valent 660 millions.

Le procédé Talbot pour la fabrication de l'acier. — A la suite de recherches sur la desilicatisation de la fonte, un métallurgiste américain, M. Talbot, est arrivé à combiner un procédé continu pour la fabrication de l'acier, et un appareil établi pour expérimenter ce procédé fonctionne depuis six mois.

C'est un four mobile du système Wellmann, pouvant recevoir une charge de 72 000 *kg*. Sur le côté par lequel on charge, ce four présente trois portes, dont une est munie d'une gouttière pour l'évacuation du laitier. Sur le côté opposé, il y a un trou de coulée disposé à 0,10 *m* environ au-dessous du niveau du laitier. Un cubilot de 3 *m* avec une poche de coulée de 15 *t* sert à charger le four, mais ce matériel s'est trouvé quelquefois insuffisant et on a dû compléter le chargement du four avec de la fonte froide. On construit actuellement un second cubilot qui portera la capacité de chargement à 40 *t* à l'heure.

La première phase de l'opération consiste dans la préparation d'un bain initial de 60 à 75 0/0 de la capacité du four, qu'on couvre d'une couche de scories faites avec de l'oxyde prenant du laminage, de minerai de fer et de calcaire. On introduit alors la fonte liquide, et il se produit rapidement une réaction très vive accompagnée d'un fort dégagement d'acide carbonique. Après cette espèce d'ébullition, une partie des scories, dont la faculté d'oxyder les métalloïdes contenus dans la fonte se trouve épuisée, est évacuée par l'inclinaison qu'on donne au four. On restitue à ces scories cette faculté par l'addition de minerai, d'oxyde et de calcaire; on y ajoute même quelquefois du minerai manganésifère, pour enlever le soufre. On répète ces opérations jusqu'à ce que le four soit plein à sa capacité normale; alors on opère la coulée. Comme celle-ci se fait au-dessous de la couche de scories qui recouvre le métal, celui-ci est pur et on réduit ainsi au minimum le danger de voir l'acier reprendre du phosphore au contact du laitier pendant l'opération de la recarburation. Celle-ci s'opère dans la poche à la manière ordinaire.

En résumé, la méthode consiste dans l'élimination du silicium, du carbone et du phosphore par l'action d'une scorie ferrugineuse fortement basique sur le métal impur à l'état liquide. L'usure de la garniture du four n'est pas considérable et s'exerce principalement sur une hauteur de 10 à 12 *cm* qui représente la variation de niveau correspondant à la coulée. On répare cette garniture après la coulée au moyen d'un mélange de dolomite avec 5 0/0 de résine.

Le procédé Talbot est en fonctionnement régulier aux forges de Pencoyd depuis le mois de septembre 1899. Depuis cette époque, le four a produit environ 7 000 *t* d'acier à raison de 26 à 28 opérations par semaine. Comme on l'a expliqué, la nécessité de réparer le cubilot a obligé souvent à charger le four avec de la fonte froide. On pense que lorsqu'on pourra toujours charger avec du métal fondu, le nombre des opérations pourra être porté à 32 ou 34 par semaine, à raison de 20 *t* par opération. Il est également probable qu'avec un four de plus grande capacité, on augmenterait la production dans le même rapport; ce fait a une grande importance pour l'avenir du procédé, dont il assure la supériorité sur la méthode intermittente, actuellement d'un emploi général. Un autre avantage est que les scories du procédé continu gardent moins de fer que celles de la méthode intermittente, 12 0/0 au lieu de 15 à 16.

Les avantages du procédé Talbot peuvent se résumer comme suit : 1° économie de main-d'œuvre; 2° économie de combustible résultant principalement de ce que le four n'est pas refroidi pendant le chargement; 3° accroissement de la production; 4° suppression des difficultés

provenant de l'emploi de riblons; 5° production régulière de lingots en quantité quelconque en proportion des besoins des laminoirs.

Le point n° 4 a une grande importance, parce que la nécessité d'employer des quantités considérables de riblons cause parfois une gêne réelle et on est obligé de les payer cher. Le procédé Talbot supprime entièrement l'emploi des riblons. Pour ces diverses raisons, ce procédé paraît exciter en ce moment un grand intérêt et on se prépare à l'introduire en Angleterre.

Sécurité des ascenseurs. — Notre Collègue, M. Honoré, veut bien nous communiquer la note suivante :

L'observation de ce qui se pratique couramment à Paris, dans l'installation des ascenseurs, nous détermine à faire les remarques suivantes.

La sécurité de ces appareils a fait de grands progrès par la substitution du fer et de l'acier à la fonte dans la construction des pistons, et par celle des câbles en acier aux chaînes dans la suspension des cabines et des contrepoids.

L'usage des dispositifs dits entraves et condamnations pour rendre impossible l'ouverture des portes des étages quand la cabine n'est pas en face, a donné également la garantie contre la chute dans le vide ou le guillotinage au passage de la cabine devant le palier d'étage pour les personnes se trouvant à l'étage. Mais on voit encore, dans la plupart des maisons où l'on trouve l'ascenseur établi dans la cage d'escalier, la cabine se déplaçant sans autre garantie pour la sécurité des voyageurs de la cabine que la porte même de cette cabine. Et rien n'oblige à tenir cette porte fermée pendant le mouvement.

Que se passe-t-il cependant? c'est que, tandis que le voyage s'effectue, si la porte de cette cabine est ouverte par oubli, ou par précipitation, au moment où l'on approche du palier sur lequel on veut s'arrêter, — le voyageur, même le plus avisé, peut avancer soit le pied soit la tête, heurter le palier et avoir son pied broyé ou même être précipité et tué. — Pour obvier à ce danger et à la suite d'une série d'accidents que nous avions constatés, il y a près de vingt ans, nous fîmes faire, entre le palier d'étage et le bord de la cabine, une tablette à charnière se soulevant de bas en haut, destinée à céder surtout à un pied imprudemment avancé à la montée, et nous estimions qu'à la descente l'individu qui aurait trop avancé le pied en serait quitte pour être rejeté dans la cabine, le pied brusquement relevé par la tablette.

L'expérience nous a montré que la charnière de ces tablettes d'accostement ne tardait pas à s'encrasser et, par conséquent, à ne plus obéir avec cette extrême facilité nécessaire pour céder à l'action des orteils même protégés par une chaussure. Nous fûmes donc les premiers à condamner et à proscrire un dispositif aussi défectueux qui, malheureusement, est encore appliqué trop souvent.

L'expérience de nombreuses installations anglaises et belges nous avait démontré qu'une seule solution s'impose pour la sécurité du voyageur placé dans la cabine, *la continuité absolue de la paroi fixe* devant laquelle passe la porte de la cabine, et son affleurement rigoureux

au bord de celle-ci sans autre jeu qu'un jeu de 12 à 15 *mm*, inévitable dans un bâtiment avec une course qui peut aller à 20 *m* et plus.

Dès lors, quand le voyageur est placé dans la cabine et qu'il a refermé la porte d'étage au point de départ pour pouvoir mettre en mouvement l'ascenseur, il n'a aucun souci à prendre ni de la fermeture de la porte de cabine, ni d'une imprudence lui faisant avancer le pied ou la tête puisqu'il est placé en face d'une surface verticale lisse sans retraits ni saillies et sans aucune solution de continuité du haut en bas de la cage d'ascenseur.

Cette surface lisse ne peut être interrompue avant que la cabine, arrêtée en face d'une porte d'étage, ait rendu automatiquement au voyageur la possibilité d'ouvrir cette porte d'étage.

Cette disposition une fois adoptée, les cabines peuvent être débarrassées de la complication de la porte de cabine et le voyageur de tout souci entre l'embarquement et le débarquement.

Or, pour réaliser une sécurité si nette, il faut et il suffit que la paroi lisse continue ait précisément la largeur d'une porte de cabine, soit 70 à 80 *cm*.

Mais le grand obstacle c'est de faire accepter ce dispositif au point de vue décoratif.

Il ne sera donc pas superflu, pour vaincre les résistances, d'indiquer comment on peut réaliser la paroi continue sans enlever le jour et la légèreté d'aspect. La porte d'étage étant soigneusement affleurée dans toute sa hauteur et réalisée généralement par une grille qu'on doublera d'un fin grillage ou beaucoup mieux d'une glace, on peut placer, du linteau de cette porte au seuil de la porte de l'étage supérieur, une glace claire un peu forte qui, bordée en métal, donne la paroi lisse et continue parfaitement suffisante pour l'entière sécurité du voyageur placé dans la cabine.

Nous avons vu, notamment à Bruxelles, cette paroi continue translucide obtenue différemment au moyen de fils métalliques tendus comme des cordes de pianos du linteau de la porte inférieure au seuil de la porte supérieure. Ces deux solutions ne sont pas les seules, mais elles suffisent pour montrer qu'il est facile de se procurer une sécurité essentielle sans avoir, pour s'y refuser, la crainte de défigurer la cage d'ascenseur ou d'escalier dans laquelle on la réalisera.

Les maisons où l'on établit des ascenseurs après la construction première sont celles où l'on est conduit le plus souvent à placer l'ascenseur dans la cage d'escalier. Ce sont aussi celles où l'on rencontre constamment les dispositions les plus vicieuses et les plus imprudentes. Nous souhaitons qu'une indication précise, sanctionnée par la pratique, contribue à réformer cet état de choses, et si nous avons pu ainsi conjurer de trop fréquents accidents, nous serons heureux que notre vieille expérience ait pu servir à tous ceux qui utilisent journellement des ascenseurs.

INFORMATIONS TECHNIQUES [1]

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Assainissement d'Ostende.** — L'assainissement d'Ostende qui était à l'étude depuis plusieurs années vient d'être résolu à la suite de l'examen de la question par un comité composé des plus éminents ingénieurs-hygiénistes de la Belgique : E. Putzeys, docteur Putzeys, Van Ermengern, Verraert.

Le projet adopté va être mis prochainement en adjudication. Il comporte *une double canalisation* dont les réseaux s'étendront sur la ville proprement dite et sur les anciens territoires de Steene et de Mariakerke situés à l'ouest. Il fait table rase de tous les égouts existants ; tout sera construit à neuf.

Un premier réseau d'égouts évacuera exclusivement les eaux pluviales ; un second réseau, absolument indépendant, assurera l'enlèvement rapide des eaux ménagères, des matières fécales etc., et permettra la suppression des fosses d'aisances dans les maisons.

Les motifs de l'adoption de ce système ont été d'abord une raison d'économie ; un réseau unique aurait dû être creusé profondément ; avec le *système séparé* le réseau le plus important, celui des eaux de surface, sera établi à une profondeur minime. En second lieu ces dernières eaux, dont le volume est grand en raison des pluies torrentielles, pourront être envoyées directement à la mer ; cela réduira l'épuration à faire aux seules eaux-vannes du second réseau, dont le gouvernement n'admet plus l'écoulement, dans les cours d'eau ni à la mer, sans un traitement préalable. L'usine sera relativement peu coûteuse. L'épuration des eaux totales mélangées eût été autrement une charge écrasante pour les finances communales.

Un dispositif spécial est prévu, comme complément du premier réseau, pour n'avoir pas à souffrir du jeu des marées. Ce réseau forme un ensemble non divisé, dont les pentes conduisent toutes les eaux de surface vers un seul point d'écoulement. Il est constitué d'égouts en maçonnerie, à grande section, qui seront lavés par des chasses d'eau.

Le réseau des eaux-vannes, au contraire, est sectionné. Le territoire drainé est partagé en six secteurs, ce nombre pouvant être augmenté. Chaque secteur a son groupe d'égouts en poterie indépendant ; les produits se recueillent pour chacun d'eux, en un *point bas*, au moyen d'une pompe les refoulant à l'usine d'épuration. La pompe est actionnée par une dynamo électrique recevant le courant d'une usine centrale.

(1) Cette partie a été rédigée avec la collaboration de MM. Ed. Badois, G. Baignères, L. Journolleau et L. Périssé.

Toutes précautions sont prises pour assurer dans les conduites une grande vitesse d'écoulement, empêchant les fermentations, et procurer un rinçage automatique et une ventilation énergique, en vue d'éviter toute odeur gênante. (Analyse par M. E. Badois d'un article de la *Chronique des Travaux Publics*).

2. — **Expériences sur l'altération des ciments armés par l'eau de mer.** — On a constaté depuis longtemps que l'immersion dans l'eau de mer produisait une altération rapide de la fonte et du fer et cette altération paraît due, non à une oxydation, mais à la dissolution du métal par l'acide chlorhydrique provenant de la dissociation du sel marin.

Le développement des constructions en ciment armé a conduit M. Lidy, Ingénieur des Ponts et Chaussées, à rechercher si le même mode de décomposition se produirait sur des fers recouverts de ciment. Il a opéré sur des éprouvettes formées d'une tige de fer de 5 *mm* de diamètre noyée dans un prisme de ciment et qu'on immergeait dans des solutions de sel marin.

On faisait passer dans les tiges un courant électrique provenant d'accumulateurs; une plaque de cuivre immergée dans le liquide communiquait avec l'autre pôle de la batterie; ce courant était réglé à 5 volts et 1/2 ampère. On a toujours constaté après trois jours de traitement une corrosion d'autant plus considérable que la proportion de ciment dans le mortier est plus faible.

Il semble que pour protéger le fer suffisamment, il faudrait des épaisseurs de mortier beaucoup plus considérables que celles qu'on emploie couramment et alors l'excès de mortier ferait perdre le bénéfice économique qui serait le seul motif d'emploi du ciment armé.

L'auteur conclut donc que le ciment n'est pas un isolant suffisant pour protéger le fer contre l'eau de mer et qu'à la longue les effets destructifs de celle-ci doivent miner les ouvrages en ciment armé.

M. Lidy expose que si ce fait paraît être en contradiction avec le parfait état apparent qu'on constate dans les scellements englobés dans les maçonneries, la contradiction n'est qu'apparente, parce que ces scellements se présentent en bout à l'action de l'eau de mer tandis que les fers des ciments armés sont en général placés en longueur et exposés par toute leur surface. On ignore d'ailleurs si les fers de scellements. qui paraissent extérieurement intacts, ne sont pas plus ou moins attaqués dans leur masse.

L'auteur n'entend pas d'ailleurs qu'on doive absolument renoncer à l'emploi du ciment armé à la mer; s'il n'est pas indiqué pour des ouvrages destinés à avoir une durée pour ainsi dire indéfinie, il peut rendre de réels services pour des travaux de défense ou protection et en général pour des travaux ayant un caractère temporaire ou enfin devant remplacer des ouvrages en bois ou en métal. (*Annales des Ponts et Chaussées*, 4me trimestre de 1899, page 229).

IIe SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, machines à vapeur, etc.

3. — **L'Industrie automobile en Allemagne.** — L'Allemagne qui a donné naissance aux deux premiers moteurs d'automobiles, le Daimler et le Benz, a vu se développer bien plus lentement qu'en France l'industrie proprement dite, et le plus grand nombre des véhicules allemands est encore d'importation française pour les véhicules à pétrole, et américaine pour les voitures électriques.

Cependant la construction des voitures mécaniques a pris un grand essor depuis l'année dernière.

Presque toutes les fabriques de vélocipèdes ont, comme en France, entrepris la construction des motocycles, et l'on voit dans la plupart des grandes villes un assez grand nombre de motocycles de livraison avec moteurs de Dion ou Aster.

Les deux maisons principales sont, bien entendu, la maison Daimler qui construit des voitures dont certains spécimens ont figuré avantageusement dans des courses en France et dont les ateliers de Cannstadt sont en pleine activité; la maison Benz qui produit des moteurs horizontaux à un cylindre qu'on exporte en France et en Angleterre.

A Hambourg on note un certain nombre de voitures Daimler et de voitures Moritz-Hille de Dresde, qui sont assez analogues, comme construction. aux précédentes; des fiacres électriques y ont été mis dernièrement en service, et un service d'omnibus a lieu également dans les environs.

A Berlin, on rencontre les grands omnibus électriques de Siemens et Halske dont les derniers types sont destinés à circuler, partie sur les voies de tramways, partie sur la chaussée; ils contiennent 18 places. La Compagnie générale des Omnibus vient de mettre en service ces voitures entre les gares de Stettin et Anhalt, distantes de 5 *km;* la durée du trajet est de une demi-heure et le prix du trajet complet est de 10 pfennings.

La même Société construit également des omnibus d'hôtel pour neuf passagers, des voitures de livraison, des voitures de place électriques.

On cite un garage de Berlin qui contient 25 voitures dont 5 électriques et 20 à pétrole.

A Cologne il faut citer la maison Heinrich-Scheelle qui construit des camions électriques pouvant porter jusqu'à 5 *t;* ces camions sont munis d'électro-moteurs de 6 *ch* chacun, à la vitesse de 7 *km* à l'heure; ils peuvent fournir un trajet de 30 à 35 *km*.

Il convient enfin de mentionner la Compagnie qui exploite le système français Krieger et dont l'usine est située à Lindenthal. L. P.

4. — **Nouvelle disposition de machine marine.** — On sait qu'une des difficultés de la propulsion des navires de guerre est dans les conditions peu favorables de marche aux allures extrêmes, les ma-

chines fonctionnant peu économiquement à puissance très réduite. On a cherché bien des solutions de ce problème sans arriver à rien de bien satisfaisant.

MM. Hawthorn Leslie et Cie ont appliqué au navire-école chilien *General Baguedano* une disposition de machine qui mérite d'appeler l'attention. C'est un appareil unique dont on peut à volonté n'employer que la moitié.

La machine est à triple expansion, elle a six cylindres agissant chacun sur un coude de l'arbre. Ces cylindres sont ainsi disposés l'un à la suite de l'autre : deux cylindres à haute pression, deux cylindres intermédiaires et deux cylindres à basse pression; les deux cylindres semblables ont leurs manivelles opposées, c'est-à-dire à 180°. Les diamètres formés par les manivelles opposées divisent la circonférence en trois parties égales, autrement dit, les six boutons de manivelles sont à 60° les uns des autres.

Le premier cylindre HP décharge dans le premier cylindre intermédiaire et celui-ci dans le premier cylindre BP, le second cylindre HP communiquant avec le second cylindre intermédiaire et le second cylindre BP. Chaque cylindre BP a un condenseur séparé et chaque cylindre HP a une prise de vapeur spéciale. On a donc deux machines à triple expansion distinctes et lorsqu'on veut fonctionner à demi-puissance, il suffit de démonter les grosses têtes de bielles motrices et de dégager celles-ci au moyen d'un dispositif approprié. Cette disposition paraît avoir donné de bons résultats.

Dans une communication à l'*Institution of Naval Architects*, le 5 août dernier, M. Magnus Sandison, en décrivant cette machine, expose que dans son opinion, le démontage et le remontage des bielles motrices serait vraisemblablement une opération trop longue en cas de guerre et qu'on pourrait très probablement conserver les appareils attelés et se borner à envoyer dans les cylindres dont on ne se servirait pas un filet de vapeur suffisant pour lubrifier les tiroirs et pistons.

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

5. — **Fabrication des chaînes et des ancres.** — La fabrication des chaînes et celle des ancres de navires, sont des industries spéciales qui exigent de grands soins et qui sont relativement peu connues.

Notre Collègue, M. Turbot d'Anzin, bien connu dans cette spécialité, a envoyé à notre Société un petit opuscule contenant des renseignements des plus intéressants sur ces fabrications. On y trouve d'abord la description des différentes phases par lesquelles passe successivement la confection des chaînes de fer ou d'acier, les proportions des différents éléments de ces chaînes, les épreuves réglementaires, les résistances, etc. Ces renseignements s'étendent à divers accessoires des

chaines, tels que les poulies à empreintes, qu'on appelle en marine des barbotins, du nom d'un officier de marine qui a introduit à bord l'usage de ce genre d'organes, les crochets de moufles, les crochets de grues, etc.

Des explications analogues sont données sur la fabrication des ancres avec leurs dimensions et les poids de ces organes par rapport au déplacement des navires à voiles et à vapeur.

Ce petit manuel a été très utilement complété par l'addition d'un certain nombre de renseignements relatifs aux métaux, tels que poids et résistance des câbles métalliques, classification des fers et le poids des divers échantillons, des tableaux de transformation de mesures, les droits de douane sur les produits métallurgiques, etc., sans oublier un petit vocabulaire français-allemand et anglais des termes relatifs à la fabrication et à l'emploi des chaines et des pièces qui s'y rapportent. Ces divers renseignements sont heureusement choisis et sortent de la banalité qu'on rencontre généralement dans certains manuels analogues. Nous nous faisons un plaisir de signaler cette petite publication à l'attention de nos Collègues.

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

6. — **Fabrication de l'acide nitrique.** — On sait qu'on fabrique actuellement l'acide nitrique au moyen de la décomposition du nitrate de soude par l'acide sulfurique, ce qui laisse comme résidu du sulfate de soude de faible valeur relative. On a proposé bien des méthodes pour permettre d'obtenir la soude sous une forme plus avantageuse, mais aucune ne paraît avoir donné de résultats pratiques.

Le procédé Lyte et Lunge consiste à chauffer un mélange de nitrate de soude et d'oxyde de fer dans un courant d'air et de vapeur ; il se forme des composés nitreux qui pourront être retransformés facilement en acide nitrique et un composé qu'on peut appeler ferrite de soude, lequel, traité à l'eau bouillante, donne de la soude caustique en dissolution et de l'oxyde de fer insoluble qui peut servir de nouveau.

Des essais faits dans le laboratoire du professeur Lunge, à l'École polytechnique de Zürich, ont donné des résultats très favorables et on a installé une petite fabrique expérimentale à Londres. On a éprouvé diverses difficultés avec les appareils, il était impossible de chauffer la masse entière à haute température et dès lors la décomposition était très incomplète. On fut conduit à essayer des cornues tournant sur leur axe, le résultat ne fut pas encore satisfaisant. On paraît avoir adopté définitivement, d'après les indications recueillies dans les nombreux essais infructueux qui se sont succédé, une cornue close que la matière traverse d'une manière continue ; cette cornue tourne à raison de 5 tours par minute et, pour éviter que la matière ne s'attache aux parois, des marteaux mus par des cames frappent périodiquement le dehors de cette cornue. Leur action est très efficace, quoique très bruyante.

Voici quelques chiffres ; le ferrite de soude obtenu contient 21 0/0 de soude, 1/2 0/0 de nitrate de soude non décomposé et 1.4 de sulfate de

soude. Ce qui, pour 100 de sel de soude, donne 92 de soude caustique.

L'installation expérimentale comporte deux cornues capables de fabriquer 400 à 450 *kg* d'acide nitrique à 1,42 de densité par 24 heures.

Si on arrive à rendre parfaitement pratique ce procédé, surtout en ce qui concerne la revivification de l'acide nitrique au moyen des composés nitreux provenant de l'opération, c'est une très grosse affaire pour l'industrie chimique (*The Engineering and Mining Journal*, 7 avril 1900, p. 408).

7. — **Carbure de calcium.** — L'*Acetylene-Verein* tenu à Francfort-sur-Mein en janvier dernier a arrêté comme suit les règles et conditions auxquelles les achats de carbure de calcium devront se faire à l'avenir dans le commerce en Allemagne.

Le carbure de calcium devra être livré par quantités de 100 *kg* dans des récipients de fer-blanc, hermétiquement clos et étanches. — Les prix devront être rapportés aux unités de 100 *kg*.

Ne sera considéré comme carbure marchand que celui qui produira 290 *l* d'acétylène à 15° C. et 760 *mm* par kilogramme de carbure. L'acheteur aura faculté d'accepter des carbures à plus faible rendement, en frappant le produit d'amendes proportionnelles, mais dans tous les cas ce rendement ne devra pas être inférieur à 265 *l* de gaz par kilogramme de carbure de calcium.

Le carbure devra être livré en morceaux dont la grosseur ne devra pas dépasser le poing. Ne seront tolérés que 5 0/0 de menus. Sera dénommé menus tout ce qui passera au tamis de 1 *mm*. Communiqué par M. L. Journolleau.

Vᵉ SECTION

Électricité.

8. — **L'électricité et les moulins à vent.** — La vitesse du vent la plus convenable au bon fonctionnement des moulins à vent est celle de 7 *m* par seconde, elle correspond à une pression de 6 *kg* par mètre carré de surface de voilure.

D'après ces données on arrive à calculer que le diamètre d'une roue de moulin à vent de la puissance de 1 *ch* doit être de 3 *m* à 3,30 *m*, et de 5 *m* pour la puissance de 2 *ch*, la vitesse étant d'environ 20 à 25 tours par minute.

Dans une des plus récentes installations, le moteur à vent actionne par l'intermédiaire d'une transmission, une dynamo dont le courant est envoyé dans une batterie d'accumulateurs. Un conjoncteur-disjoncteur met la dynamo hors circuit lorsque sa vitesse descend au-dessous d'une valeur déterminée.

La dynamo est compound, elle peut fournir 30 ampères sous 50 volts et charge une batterie d'accumulateurs de 25 éléments pouvant alimenter 30 lampes à incandescence de 16 bougies. Le prix de revient de l'énergie est très peu élevé dans ces conditions (*Electricien*, nº 481 du 17 mars 1900). G. B.

9. — **Nouvel omnibus électrique.** — Un constructeur de Berlin a imaginé un omnibus à accumulateurs qui, porteur d'un frotteur analogue aux tramways électriques, utiliserait les canalisations aériennes dans les rues où existent déjà des railways électriques.

Par un couplage des conducteurs, il recharge en même temps la batterie d'accumulateurs; de la sorte, il allège beaucoup le véhicule et, d'autre part, supprime complètement les pertes de temps nécessitées ordinairement par la recharge des batteries.

Fixées sur l'avant-train du véhicule, deux petites roues à boudins permettent d'utiliser les rails de tramways pour diminuer l'effort de traction. Lorsqu'on abandonne les rails le mécanicien abaisse le trolley, relève les roues à boudins et dirige la voiture comme une automobile ordinaire.

Les quatre roues sont motrices, indépendamment les unes des autres, et actionnées chacune par un moteur de 4 *ch.*

Le poids total du véhicule est de 6500 *kg* et, dans ce poids, il faut compter 1500 *kg* d'accumulateurs répartis en 200 éléments. (*Electricien*, n° 483, du 31 mars 1900.) G. B.

Pour la Chronique, les Comptes rendus, et les Informations techniques :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

IVe SECTION

Répertoire général ou **Dictionnaire méthodique de Bibliographie des industries tinctoriales et des industries annexes, depuis les origines jusqu'à la fin de l'année 1896. Technologie et Chimie,** par M. Jules GARÇON. — Premier fascicule (1).

Le long titre qui précède indique nettement l'entreprise qu'a poursuivie notre collègue, M. Jules Garçon; il lui a fallu pour dresser cette énorme table des matières, « un véritable courage », suivant l'expression de M. Albert Scheurer, secrétaire du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse.

Cette Société a d'ailleurs apporté à l'auteur un appui matériel et moral et a récompensé son œuvre en lui décernant le prix Daniel Dollfus.

Il y a là un exemple qu'on ne saurait trop souhaiter de voir suivre dans les autres industries chimiques, où la connaissance des travaux antérieurs peut, d'une part, susciter des perfectionnements à d'anciens procédés, ou au contraire éviter de nouvelles tentatives infructueuses, et, d'autre part, apporter, pour la prise des brevets, des indications du plus grand intérêt. Le premier fascicule de l'ouvrage de M. Garçon est une introduction où il expose la méthode qu'il a suivie et les divisions qu'il a adoptées. P. J.

Produits aromatiques artificiels et naturels, par M. Georges F. JAUBERT, Directeur de la *Revue générale de Chimie pure et appliquée* (2).

Ce volume fait partie d'une série publiée dans la même collection des *Aide-mémoire* par M. G. F. Jaubert; il traite des alcools et acides aromatiques, des terpènes, des camphres, et des alcools, aldéhydes et acides terpéniques.

Cinq chapitres sont consacrés à ces composés auxquels se rattachent des produits tels que le benjoin, la bergamotte, la violette artificielle, le tolu, le menthol, le camphre.

On trouve condensées dans les différents chapitres de nombreuses données théoriques; des tableaux d'une lecture facile présentent les propriétés caractéristiques et les modes de préparation de ces composés complexes dont l'importance industrielle va sans cesse en croissant, pour la parfumerie, la confiserie, la distillerie, la pharmacie et certaines fabrications telles que celle du celluloïd. P. J.

(1) Gauthier-Villars, éditeur.
(2) Un volume de l'*Encyclopédie Léauté*, Gauthier-Villars et Masson, éditeurs.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 10596-5-00. — (Encre Lorilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

JUIN 1900

(Deuxième Quinzaine.)

N° 12.

PROCÈS-VERBAL

SÉANCE DU 18 MAI 1900

PRÉSIDENCE DE M. CANET, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture de la lettre suivante adressée par notre Collègue, M. J.-H. DEBAUNAY, Secrétaire général des Messageries françaises de Madagascar, à propos de la communication faite à la dernière séance par M. Marié.

« Paris, le 5 mai 1900.

» MONSIEUR J.-J. MARIÉ,
» *Membre de la Commission des Études Coloniales*
» *Société Ingénieurs Civils France.*

» MON CHER COLLÈGUE,

» Dans votre rapport, lu hier à la Société, il s'est glissé une inexac-
» titude que je vous serais bien reconnaissant de rectifier dans la publi-
» cation qui sera faite au *Bulletin* de la première quinzaine de mai,
» s'il en est encore temps.

» Page 10, dernière ligne, vous dites :

» *L'ouverture du pangalane de Tanifosty a eu lieu récemment, et livre à*
» *l'exploitation 45* km *de voie navigable. Celle des deux autres pangalanes*
» *qui dépassent chacun 2* km *de longueur est à peine amorcée.*

» Voici les chiffres réels :

» Tanifosty est au kilomètre 43 de Tamatave, 33 d'Ivondroo, tête de
» ligne du canal. Le percement de ce pangalane a permis d'ouvrir à
» l'exploitation le bassin du lac Marobe, jusqu'au kilomètre 66, Am-
» pantomaizina, où se trouve le deuxième pangalane.

» Le cube de ce deuxième pangalane était de 123 000 *m*, en nombre
» rond, et sa longueur totale de 1 269 *m*, comprenant la traversée d'un
» petit lac très profond de 313 *m*, soit seulement 956 *m* à percer. D'a-
» près notre dernier courrier, la tranchée était descendue au plan d'eau
» et la drague avait commencé son travail qui sera terminé fin mai,
» permettant de conduire les bateaux jusqu'au kilomètre 90, près du
» troisième pangalane.

» Le troisième et dernier pangalane a une longueur de 1 305 *m* jus-
» qu'au point où la rivière Rano Mainty est navigable : ce travail est
» aussi commencé.

» Je me tiens à votre disposition, mon cher Collègue, pour fournir
» à la Commission des Études coloniales, tous les renseignements qu'il
» lui plaira de me demander sur notre entreprise.

» Je vous remets ci-joint une notice et notre acte de concession, qui » peuvent être utiles pour la Commission d'études.

» Veuillez agréer, Mon cher Collègue, l'expression de mes sentiments » dévoués.

» *Signé :* DELAUNAY. »

Le procès-verbal de la dernière séance est ensuite adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès des Collègues dont les noms suivent :

M. A. Binet, ancien élève de l'École Centrale (1866), Membre de la Société depuis 1892, Ingénieur, Directeur des Eaux de Roubaix et Tourcoing;

M. J.-L. Commeaux, ancien élève de l'Ecole des Arts et Métiers d'Angers (1885) et de l'École Centrale (1890), Ingénieur à la Société métallurgique et des constructions de Mières (Espagne); c'est en surveillant, pour le compte de cette Société, le rétablissement d'une partie d'un pont détruit par des inondations, que M. Commeaux, déjà gravement malade, a contracté une rechute qui l'emporta en quelques jours.

M. LE PRÉSIDENT est heureux d'informer la Société des décorations et nominations suivantes :

M. G. Olmer a été nommé chevalier de la Légion d'honneur.

M. Michel-Schmidt vient d'être décoré de l'ordre du Kim-Thannh pour services rendus au protectorat de l'Annam et du Tonkin.

MM. M. Delmas, F. Hamet, E. Lelaurin, F. Manaut, G. Martine, A. Pluvier, ont été nommés Conseillers du Commerce extérieur.

M. LE PRÉSIDENT annonce, en outre, qu'un grand nombre de nos Collègues viennent d'être nommés Membres des Jurys de récompenses de l'Exposition Universelle de 1900.

La liste en est trop longue pour qu'il en soit donné lecture, mais elle figurera au présent procès-verbal.

M. LE PRÉSIDENT dépose sur le Bureau la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance, liste qui figurera au prochain Bulletin.

Parmi ces ouvrages, M. le Président signale plus spécialement :

1° De M. d'Abramson, une série de brochures se rapportant à la question des Chemins de fer en Russie;

2° De M. de Timonoff, une notice sur les objets exposés par lui à l'Exposition;

3° De M. E. Roullet, un numéro du Bulletin mensuel de la Chambre de Commerce Française de Constantinople, contenant un article de M. le docteur Delacour signalant les travaux sanitaires exécutés par M. Roullet dans la mer Rouge.

M. LE PRÉSIDENT donne communication des avis suivants :

1° Le Congrès international de physique se tiendra à Paris, du 6 au 12 août prochain;

2° Le Congrès international d'hygiène et de démographie aura lieu également à Paris, du 10 au 17 août.

Les documents relatifs à ces Congrès sont déposés au Secrétariat.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que des réceptions vont être organisées en l'honneur des Ingénieurs étrangers et donne lecture du texte de la circulaire qui va être adressée à tous les Membres de la Société, avec le programme de ces réceptions qui auront lieu en deux séries, du 15 au 20 juin, et du 29 juin au 4 juillet.

M. LE PRÉSIDENT donne également lecture de la circulaire donnant le programme des Promenades-Visites accompagnées de conférences organisées pendant la durée de l'Exposition.

Les Promenades-Visites de la première série auront lieu en juin et juillet.

Celles de la deuxième série, dont le programme sera ultérieurement envoyé, auront lieu en août, septembre et octobre.

L'ordre du jour appelle la communication de M. E. HUBOU, sur le *Noir d'acétylène et ses dérivés.*

M. HUBOU fait remarquer qu'il est indispensable, pour le développement de l'industrie de l'acétylène, que les carbures livrés à la consommation soient de première qualité, mais pour cela il faut que les usines trouvent l'utilisation de leurs résidus. La solution qu'il préconise consiste à transformer sur place ces produits en un noir commercial ou carbone amorphe, qu'il désigne du nom de *noir d'acétylène* pour le différencier des autres noirs commerciaux.

Jusqu'à ce jour, ces derniers ont été obtenus par une *flamme*, par la combustion incomplète à l'air d'hydrocarbures solides, liquides ou gazeux Leurs qualités et, par suite, leurs prix varient dans des limites considérables, suivant leur mode de fabrication, leur degré de finesse, de pureté et de puissance colorante. Le rendement ne dépasse pas 25 0/0 : la composition est très variable; ils renferment toujours, unis au carbone, de l'eau, des carbures condensés, des produits d'oxydation qui leur donnent toujours une teinte plus ou moins rousse, et la teneur en carbone ne dépasse guère 90 0/0.

M. Hubou a essayé le noir résultant de la flamme des becs à acétylène rendue fuligineuse et il a trouvé que ce noir, tout en étant plus riche en carbone que les précédents, avait par suite de sa combustion à l'air les mêmes inconvénients; de plus, en raison du prix élevé du gaz, il a reconnu que cette fabrication ne pouvait être rendue industrielle.

Il a cherché à obtenir sans pertes le rendement total de l'acétylène en noir et il y est arrivé en profitant de sa propriété caractéristique d'être *endothermique* et facilement explosif à une pression supérieure à 2 *atm.*

Il comprime l'acétylène à l'abri de l'air sous une pression peu élevée dans un récipient dont la résistance est appropriée. Pour cela, il chasse d'abord l'air par un courant d'hydrogène obtenu dans une réaction précédente et il introduit ensuite, après suppression de l'air, l'acétylène à une pression inférieure à 5 *atm.* Cette addition d'hydrogène à l'acétylène, en outre qu'elle permet d'éliminer toute trace d'air, a pour effet de rendre l'explosion moins violente que celle de l'acétylène seul. En fait la pression, au moment de la décomposition ne dépasse pas 25 *atm.*

Cette décomposition est obtenue par un courant électrique portant un fil métallique à l'incandescence. Il en résulte la formation :

1° Du carbone ou *noir d'acétylène* qui se dépose en masse dans le récipient et le remplit complètement;

2° De l'hydrogène dont le volume égale celui de l'acétylène introduit.

M. Hubou obtient pour 1 m^3 d'acétylène 1 *kg* de noir et 1 m^3 d'hydrogène et il fait remarquer que son procédé présente sur les procédés actuels les avantages suivants :

Le noir d'acétylène est obtenu instantanément; il ne renferme pas moins de 99,8 0/0 de carbone pur et est de composition constante. Il est franchement noir, légèrement bleuté, sec, d'une ténuité extrême lui permettant de se mélanger en toutes proportions et sans dépôt aux huiles, aux gommes, aux essences, etc. Par sa production à l'abri de l'air et *sans oxydation* il s'obtient *sans pertes* et le rendement est donc quatre fois supérieur à celui du meilleur gaz d'huile.

De l'avis des négociants les plus compétents, le noir d'acétylène est un noir nouveau, caractéristique et spécial, ayant par sa valeur propre l'avenir d'un grand marché. M. Hubou en présente des échantillons ainsi que des dessins tirés avec des encres lithographiques et typographiques préparées au moyen de ce noir : ces épreuves sont très nettes, tous les détails et les demi-teintes sont conservés; elles sont moins lourdes et ne présentant pas la teinte jaune de celles qui sont préparées avec les autres noirs, même les plus fins.

M. Hubou montre que le noir d'acétylène s'applique avec succès à tous les emplois des autres noirs légers (encres, cuirs vernis et cirés, vernis, laques, cirages, impressions sur tissus, etc.) dont la consommation, en France seulement, excède 1 million de *kg* par an.

Il termine sa communication par l'évaluation du prix de revient et du prix de vente probable du noir d'acétylène basés sur une production de 120 à 150 000 *kg* par an, au moyen d'un appareil industriel qu'il se propose de présenter prochainement à la Société.

Cette fabrication, annexée à une usine de carbure et transformant ses déchets et poussiers, de valeur commerciale à peu près nulle, en un produit d'une valeur bien assurée, lui permettra de réserver à l'éclairage ses carbures de première qualité et d'affirmer ainsi une marque de fabrication supérieure.

Elle pourra s'appliquer à la production des carbures alcalino-terreux autres que le carbure de calcium, qui n'ont encore reçu aucune application industrielle, notamment celle du carbure de baryum : le résidu de l'attaque par l'eau donnant pour 1 *t* près de 2 *t* de baryte hydratée cristallisée.

Comme autres sous-produits, on a de l'hydrogène qui ne coûte rien, en raison de la vente du noir d'acétylène, et qui peut être vendu à un prix inférieur à celui qu'on obtient par les procédés même les plus récents; cette production de l'hydrogène à bon marché permettra d'en développer les applications, en particulier à l'aérostation militaire et au chauffage.

M. Hubou conclut, en résumé, que la fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés est destinée à prendre, dans un avenir prochain, un

grand développement industriel, parallèle à celui des carbures alcalino-terreux, de même que l'industrie si florissante du noir de pétrole a suivi celle des pétroles d'Amérique.

M. le Président adresse ses sincères remerciements à M. Hubou pour les renseignements très complets qu'il nous communique sur cette nouvelle industrie, dont la Société suivra le développement avec le plus grand intérêt, et donne la parole à M. L. Coiseau pour sa communication sur les *Travaux du Port de Bilbao.*

M. L. Coiseau donne d'abord quelques renseignements sur le port de Bilbao, qui est un des plus importants de l'Espagne et même du continent; le tonnage des navires le fréquentant est, depuis 1896, d'environ 5 800 000 *t*; en 1878, époque à laquelle ont été décidés les travaux d'amélioration du Nervion et de son embouchure, il n'était que de 1 340 000 *t*.

Les projets d'amélioration de la rivière et de construction du port extérieur ont été élaborés par Don Evaristo de Churruca, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Les redressements et dragages du Nervion, ainsi que le môle de Portugalete, qui a été le principal ouvrage de direction du chenal à travers la barre à l'embouchure, ont été terminés en 1890; quelque temps avant, les navires calant 20 à 22 pieds pouvaient déjà la franchir à marée haute, tandis qu'en 1878 les navires calant de 12 à 13 pieds pouvaient à peine pénétrer dans la rivière, la passe étant obstruée par un plateau de sable sur lequel il n'y avait pas plus de 1 *m* d'eau à marée basse.

Ces travaux, parfaitement conçus et bien exécutés, ont donné les meilleurs résultats; ils ont coûté environ 16 millions de pesetas. M. de Churruca, dans son mémoire annuel 1888-89, en donne un résumé descriptif très détaillé.

Ces travaux ne suffisaient pas pour rendre l'entrée du port praticable aux navires par les gros temps; ils étaient exposés, s'ils essayaient d'entrer, à être jetés à la côte; ils devaient alors reprendre la haute mer, la baie de Bilbao n'offrant aucun refuge en cas de mauvais temps.

La construction du port extérieur fut décidée et l'exécution du brise-lames confiée, à la fin de l'année 1888, et plus tard celle du contre-môle, en 1894, à MM. L. Coiseau, A. Couvreux et Félix Allard. Le coût de ces travaux s'élève à 38 700 000 pesetas.

Le port extérieur a environ 280 *ha* de superficie à marée basse, dont 150 avec des fonds variant de 8 à 15 *m* au-dessous des plus basses mers. Il est limité et abrité par deux jetées : l'une de 1 450 *m* de longueur, appelée brise-lames, part de la côte Ouest et se dirige vers la rive Est; l'autre, appelée le contre-môle, part de la rive Est et a une longueur de 1 072 *m*. Ces deux jetées laissent entre elles une entrée de 600 *m* pour le passage des navires.

La construction du brise-lames a présenté des difficultés considérables à cause de la violence des tempêtes qui règnent dans ces parages pendant l'hiver.

Le premier profil adopté était semblable à celui des jetées de la baie de Saint-Jean-de-Luz ; les dimensions des sections et le poids des blocs avaient, pour plus de sécurité, été augmentés. Pendant deux hivers successifs, 1893-94 et 1894-95 ; la superstructure qui s'avançait à 253 *m* en mer fut complètement démolie ; un massif de maçonnerie, cubant 800 m^3 et pesant plus de 1 600 *t*, avait été enlevé et projeté à l'intérieur du port, à 32 *m* de sa position initiale.

La hauteur des vagues n'a pu être mesurée directement, mais, en se servant du mur d'abri du contre-môle comme échelle, on a pu estimer qu'elles avaient près de 8 *m* de hauteur. Leur puissance n'a pas pu être mesurée directement non plus, mais en recherchant l'effort qui a été nécessaire pour renverser le mur d'abri dans l'intérieur du port, on arrive à une force de 25 à 28 *t* par mètre carré appliquée à une moyenne de 4 *m* au-dessus du niveau de la mer.

Le profil a nécessairement dû être modifié : on a élargi la base en enrochements de 40 *m* vers l'intérieur du port, et, sur cette base arasée à 5 *m* en contre-bas de marée basse, on a posé des caissons de 13 *m* de longueur, 7 *m* de large et de 7 *m* de hauteur pour former le soubassement ; ces caissons, quand ils sont remplis de béton, pèsent environ 1 400 *t* ; ils sont surmontés de la superstructure qui pèse environ 800 *t* ; chaque tronçon représente donc un poids de 2 200 *t*.

Le travail, commencé suivant ce profil en 1895, a progressé chaque année : le brise-lames est construit actuellement sur 950 *m*, soit les deux tiers de sa longueur ; de nombreuses tempêtes sont survenues depuis, il n'y a plus eu d'avaries. C'est la première jetée construite suivant cette méthode ; elle se généralisera probablement, car elle donne des bons résultats ; elle est plus expéditive que celles employées jusqu'à ce jour et ne coûte pas plus cher.

Le contre-môle est construit différemment ; sur la base en enrochements naturels, on pose des sacs remplis de béton pour former le soubassement et sur ces sacs émergeant et arasés au-dessus à marée basse on pose les blocs de parement de la superstructure.

Cet ouvrage, construit sur les quatre cinquièmes de sa longueur, n'a subi aucune avarie grâce à son orientation : les lames courent parallèlement à sa face extérieure et viennent déferler et perdre leur énergie sur la plage, tandis qu'elles attaquent le brise-lames à angle droit.

Pour l'exécution de ces travaux, MM. Coiseau, Couvreux et Allard ont installé trois chantiers, un central, un autre au brise-lames, le troisième au contre-môle ; tous les trois sont équipés électriquement.

Le chantier central comporte les carrières, l'estacade de chargement, le parc aux blocs artificiels de 30 m^3 et 50 m^3, l'atelier de construction des caissons.

Les blocs sont manœuvrés, pour leur chargement en bateau, par trois appareils mus électriquement : un bardeur, un truc et un transbordeur ; c'est le premier chantier de travaux publics installé de cette façon.

L'énergie électrique est également employée pour faire fonctionner les grues Titans du brise-lames et du contre-môle chargés de la mise en place des caissons et des blocs de 60 *t* ; dans ces deux chantiers,

chaque génératrice fournit l'énergie à 8 réceptrices actionnant différents outils et le mouvement des Titans.

Les chalands à clapets pour le transport des enrochements naturels et des blocs artificiels présentent également quelques nouveautés, notamment dans la manière de soutenir, à l'aide de presses hydrauliques, les petites portes sur lesquelles reposent ces blocs.

Les travaux sont très avancés ; on a employé, jusqu'à la fin de 1899, 2 186 458 *t* d'enrochements naturels et 374 014 m^3 de béton. Ce dernier s'est très bien comporté et aucune trace de détérioration n'a été relevée.

Les travaux seront complètement achevés en 1902.

M. le Président exprime à M. L. Coiseau, au nom de la Société, ses félicitations pour l'important travail que lui et ses collegues ont entrepris et qui fera grand honneur au Génie civil français. Il lui adresse ses vifs remerciements pour les détails qui viennent de nous être donnés.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. H. Amand, H. Herrenschmidt, S. Lacube, E. Nessi, A. Nessi, G. da Silveira comme membres sociétaires, et de MM. L. Duvignau de Lanneau, L. Virey comme membres associés.

Sont admis comme Membres Sociétaires, MM. :

A. Baron,	présenté par	MM. Billaut, Candlot, L'Hermite.
P. Besson,	—	Canet, Buquet, Dumont.
M. Boutté,	—	Ch. Bourdon, Chertemps, Grosselin.
H. Chabal,	—	Badois, Puech, Regnard.
M. Cornet y Masriera,		Cornet y Mas, de Madrid Davila, Serrat y Bonastre.
P. Ferry,	—	Laussedat, Lavoix, Mosès.
H. Ferry,	—	Laussedat, Lavoix, Mosès.
F. Fromholt,	—	Bourdelas, Loppé, D. Martin.
L. Grugnet,	—	Damoiseau, L. David, Mazen.
G. Guary,	—	L. Appert, M. Appert, Lorilleux.
J. Lavergne,	—	Bourdon, D. Casalonga, Morin.
A. Lemoine,	—	Breuillé, Passerat, Willems.
D. Longuet,	—	Appert, Gouvy, Jacoupy.
G. Marconnet,	—	Pirani, Tachard, d'Yochet.
H. Marot,	—	Canet, Messier de Saint-James, de Dax.
N. Mélik,	—	Cabasse, Mariez, Walther Meunier.
P. Philippon,	—	Bourdil, Centner, H. Vallot.
J. Ricard,	—	Clamens, D.-A. Casalonga, D. Casalonga.

Comme Membre Associé, M. :

J. Boyau, présenté par MM. A.-J. Boyer, Carimantrand, Mallet.

La séance est levée à 11 heures et demie.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

1re LISTE

DES

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Faisant partie du Jury des Récompenses à l'Exposition Universelle de 1900.

Groupe I.

(Classe 5.)

MM. Dybowski (J.).

(Classe 6.)

Buquet (P.).
Delmas (F.).
Duvigneau de Lanneau (L.).
Jacquemart (P.).

Suppléants :

Manès (J.).
Portevin (H.).

(Classe 11.)

Chaix (A.).
Michaud (J.).

Groupe III.

(Classe 13.)

Suppléant :

MM. Barre (Ch).

(Classe 15.)

Colonel Laussedat (A.).

Groupe IV.

(Classe 19.)

MM. Fauquier (P.).
Garnier (E.).
Guyot-Sionnest (E.).
Liébaut (A.).
Roser (N.).

Suppléants :

Compère (Ch.).
Dorel (P.).
Imbert (A.).

(Classe 20.)

Firmenhac (E.).
Le Blanc (J.).

Suppléants :

Brulé (H.).
Wehrlin (Ch.).

(Classe 21.)

Bourdon (Ed.).
Domange (A.).
Masson (L.).
Périssé (S.).
Richemond (P.).

Suppléant :

Roger (P.).

(Classe 22.)

Bariquand (E.).
Duval-Pihet (N.).
Poulot (D.).
Tresca (G.).

Groupe V.

(Classe 23.)

MM. Hillairet (A.).
Hospitalier (E.).
Monnier (D.).
Postel-Vinay (A.).
Raclet (J.).

Suppléant :

Lombard-Gérin (L.).

(Classe 25.)

Cance (A.).
Fontaine (H.).
Josse (H.).
Martine (G.).

Suppléant :

Miet (M.).

(Classe 26.)

Weiller (L.).

Suppléant :

de Nansouty (M.).

(Classe 27.)

Chaperon (Ch.).
Dumont (G.).
Sartiaux (E.).

Suppléants :

Imbert (A.).

Groupe VI.

(Classe 28.)

MM. Guillotin (A.).
Morel (A.).

Suppléant :

Candlot (E.).

(Classe 29.)

Reymond (F.).

Suppléant :

Trélat (G.).

(Classe 30.)

Cottenet (M.).
Darracq (A.).
Forestier (G.).
Lemoine (L.).

Suppléants :

De Chasseloup-Laubat (G.).
Quenay (E.).
Rodrigues-Ely (C.).

(Classe 32.)

Gouin (J.).
Level (E.).
Salomon (L.).

(Classe 33.)

Rueff (J.).

(Classe 34.)

Decauville (P.).

Suppléant :

Surcouf (E.).

Groupe VII.

(Classe 35.)

MM. Bajac (A.).
Lavalard (Ed.).

(Classe 37.)

Barbier (P.).
Hignette (J.).
Ronna (A.).

(Classe 41.)

Deutsch (E.)
(de la Meurthe).

(Classe 43.)

Bergerot (G.).
Sohier (G.).

(Classe 44.)

Vincey (P.).

Groupe IX.

(Classe 53.)

Suppléant :

MM. Pérard (J.).

(Classe 54.)

FRANÇOIS (L.).

Groupe X.

(Classe 55.)

MM. BOIRE (E.).
ROUART (A.).

(Classe 56.)

CORNAILLE (G.).
PREVET (J.).

(Classe 58.)

PREVET (Ch.).

(Classe 59.)

JACQUIN (A.).
MACHEREZ (A.).

Groupe XI.

(Classe 63.)

MM. BOYER (E.).
COURIOT (H.).
FAURE (J.).
GRUNER (E.).
OUACHÉE (Ch.).
SCHNEIDER (P.).

Suppléant :

BERGERON (J.).

(Classe 64.)

ARBEL (P.).
DE BOISCHEVALIER (E.)
BREISTLEIN (H.-A).
MESUREUR (J.).
PINGET (H.).

Suppléant :

RATT (F.).

(Classe 65.)

BOAS (A.).
CAZAUBON (A.).
DUFRÈNE (A.).
THOMAS (G.).

Suppléant :

GABELLE (A.).

Groupe XII.

(Classe 66.)

MM. BERGER (G.).

(Classe 67.)

MAGNE (L.).

(Classe 70.)

CLAIR (M.).

(Classe 72.)

FAURE (P.).
LOREAU (A.).

(Classe 73.)

APPERT (L.).
MAËS (G.).

Suppléant :

DESPRET (G.).

(Classe 74.)

D'ANTHONAY (L.).
GARNIER (H.).
PIET (J.).

Suppléant :

NICORA (E.).

(Classe 75.)

LUCHAIRE (H.).
MARX (A.).

Suppléants :

DEROY (H.).
LEBON (A.).

Groupe XIII.

(Classe 76.)

MM. DUBOUL (A.).
IMBS (J.).
SIMON (E.).

(Classe 77.)

BUXTORF (E.).
DENIS (G.).

(Classe 78.)

DEHAITRE (F.).

Suppléant :

BOERINGER (E.).

(Classe 79.)

COHENDET (A.).

(Classe 81.)

AGACHE (E.).
BESSONNEAU (J.).

(Classe 82.)

BALSAN (Ch.).
MARTEAU (Ch.).

Groupe XIV.

(Classe 87.)

MM. LORILLEUX (Ch.).

Suppléants :

ASSELIN (E.).
DUFRAISSE (G.).

(Classe 88.)

LAMY (Ch.).

Groupe XV.

(Classe 94.)

MM. BOUILHET (H.).

(Classe 96.)

GARNIER (P.).

(Classe 99.)

Suppléant :

FALCONNET (H.).

(Classe 101.)

DURASSIER (L.).

Groupe XVI.

(Classe 106.)

MM. MANGINI (F.).
VILLARD (Th.).

Suppléant :

JANET (Ch.).

(Classe 109.)

Suppléant :

BIÈS-ALBERT (J.).

(Classe 111.)

Suppléant :

MILLET (P.).

Groupe XVII.

(Classe 114.)

MM. RUEFF (L.).
DE TRAZ (A.).

Groupe XVIII.

(Classe 116.)

MM. DEMMLER (A.).

Suppléant :

DESMONS (H.).

(Classe 117.)

BARBIER (E.-J.).
MANAUT (F.).

(Classe 118.)

NICLAUSSE (J.).
PIAUD (L.).

(Classe 120.)

CAUVIN (E.).

OUVRAGES REÇUS

Du 18 mai au 1er juin 1900, la Société a reçu les ouvrages suivants :

Chemins de fer et Tramways.

Compagnie du chemin de fer du Nord. Assemblée générale du 30 avril 1900. Rapport présenté par le Conseil d'administration. Résolutions de l'Assemblée générale (in-4°, 275×220 de 115 p.). Lille, L. Danel, 1900. 39794

COURAU (J.). — *Durmientes de Quebracho Colorado.* Communicación al Ministero de Agricultura el Estudio del Señor J. Courau (Pages 21 et 26 à 29 du « Boletin de la Union Industrial Argentina », 20 marzo 1900. Numero 375, año XIII). Buenos-Aires, 1900 (Don de la Union Industrial Argentina). 39784

COURAU (J.). — *Durmientes de Quebracho Colorado; La cuestion precios.* Communicaciones del Señor J. Courau (Pages 21 à 24 du « Boletin de la Union Industrial Argentina », 25 abril 1900. Numero 376, ano XIV). Buenos-Aires, 1900 (Don de la Union Industrial Argentina). 39785

Documents sur les chemins de fer italiens (17 brochures in-4°, 295×225). Roma, 1877 à 1884. (Don de M. A. Cousin, M. de la S.). 39795 à 39811

FLAMACHE (A.), HUBERTI (A.) et STEVART (A.). — *Traité d'exploitation des chemins de fer*, par A. Flamache, A. Huberti et A. Stevart. *Tome troisième. Matériel roulant* (in-8°, 290×200 de VIII-178 p. avec 24 pl.). Paris, Bernard Tignol, 1892. 39775

LADAME (H.). — *Funiculaires à contrepoids d'eau et régulateur de vitesse à force centrifuge. Application aux funiculaires de Serrières et de l'Écluse-Plan*, par H. Ladame. Communication faite à la Société neuchâteloise des Sciences naturelles dans sa séance du 18 janvier 1899 (in-8°, 200×130, pages 69 à 111, avec 1 pl.). Neuchâtel, Wolfrath et Sperle, 1900. 39774

Les Traverses de Quebracho Colorado. Leur emploi dans la construction des voies ferrées. Deuxième édition (Union industrielle Argentine) (in-8°, 210×145 de 49 p.). Buenos-Aires, 1900 (Don de l'Union industrielle Argentine). 39786

SOMZÉE (L. DE). — *Chemin de fer pour de grandes vitesses*, par Léon de Somzée (in-4°, 235×225 de 22 p.). Bruxelles, Alexandre Berqueman, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39778

Chimie.

JAUBERT (G.-F.). — *La garance et l'indigo*, par George-F. Jaubert (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (in-8°, 195-120 de 166 p.). Paris, Gauthier-Villars, G. Masson (Don de l'éditeur). 39814

Économie politique et sociale.

MAZOYER (C.-M.). *Les conditions du travail dans les chantiers de la Ville de Paris*, par C.-M. Mazoyer (in-8°, 225 × 140 de XII-437 p.). Paris, V. Giard et E. Brière, 1900 (deuxième édition). (Don de l'auteur, M. de la S). 39781

Électricité.

JANET (P.). — *Leçons d'électrotechnique générale professées à l'École supérieure d'électricité*, par P. Janet (in-8°, 250 × 165 de IX-608 p. avec 307 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1900 (Don de l'éditeur). 39789

MONTILLOT (L.). — *Téléphonie pratique*, par L. Montillot (in-8° 250 × 165 de VII-486 p. avec 414 fig. et 4 pl.) (Encyclopédie électrique). Paris, A. Grelot, 1893 (Don de Mme Ve Ch. Dunod, éditeur). 39793

MONTILLOT (L.). — *Téléphonie pratique*, par L. Montillot. *Premier supplément* (in-8°, 250 × 165 de 90 p. avec 77 fig.) (Encyclopédie électrique). Paris, A. Grelot, 1895 (Don de Mme Ve Ch. Dunod, éditeur). 39787

MONTILLOT (L.). — *Téléphonie pratique*, par L. Montillot. *Deuxième supplément* (in-8°, 250 × 165 de 100 p. avec 50 fig.) (Encyclopédie électrique). Paris, A. Grelot, 1895 (Don de Mme Ve Ch. Dunod, éditeur). 39788

Géologie et Sciences naturelles diverses.

Bulletin de la Société Française de Mineralogie. Deuxième table décennale des matières. Volumes I à XX (in-8°, 230 × 145 de 90 p.). Paris, Baudry et Cie, 1900. 39792

DELGADO (J. F. N.) E CHOFFAT (P.). — *Carta geologica de Portugal*, por J. F. N. Delgado e Paul Choffat (Direcção dos Trabalhos geologicos). Escala 1 : 500 000, 1899 (2 feuilles 950 × 730). Paris, L. Vuhrer (Don de la Direcção dos Trabalhos geologicos de Portugal). 39790 et 39791

Médecine. — Hygiène. — Sauvetage.

SIJMONS (M.). — *Beschouwingen naar aanleiding van het Wetsontwerp regelende het staatstoezicht op de volksgezondheid*, door M. Sijmons (Overgedrukt uit de Notulen der vergadering van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 13 Februari 1900, blz. 68-77) (in-8° 230 × 140 de 28 p.) 's Gravenhage, J. et H. Van Langenhuysen, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39780

Métallurgie et Mines.

Comité des Forges de France. Annuaire 1900-1901 (in-8°, 195 × 130 de X-377 p.). Paris, 32, boulevard Haussmann, 1900. 39783

Navigation aérienne, intérieure et maritime.

FAGA (Ch.). — *Nouveau système de barrage proposé pour rendre la Loire navigable*, par Charles Faga (in-8°, 240 × 155 de 16 p. avec 6 figures). Paris, V^e^ Ch. Dunod, 1900 (Don de l'auteur). 39782

Technologie générale.

Contents and general Index of the Transactions of the American Society of Mechanical Engineers. Vol. I, 1880 to vol. XX, 1899 (in-8°, 230 × 150 de 188 p.). New-York, 1899. 39776

Liste de MM. les Membres des Commissariats étrangers près l'Exposition universelle de 1900 (République Française, Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900) (in-8°, 260 × 175 de 40 pages). Paris, Imprimerie Nationale, 1900. 39813

Travaux publics.

CHOLLOT (J.-J.). — *Conseil d'administration municipale de la Concession française de Shanghaï. Établissement d'une distribution d'eau. Programme et cahier des charges pour la fourniture des machines élévatoires et pompes.* Dressé par J.-J. Chollot (in-8°, 230 × 185 de 10 p. avec 1 pl.). Shanghaï, Imprimerie de la Presse orientale, 1900 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39779

City of Newton. Massachusetts. Engineering Department. Nineteenth Annual Report of the City Engineer, for the year ending December 30, 1899 (in-8°, 230 × 150 de 120 p. avec 2 pl.). Newton, 1900 (Don de M. H. D. Woods, M. de la S.). 39777

ROUSSEL. — *Paris. Ses fauxbourgs et ses environs*, par le S^r^ Roussel. Reproduction d'un plan de la fin du XVIII^e^ siècle (une feuille 550 × 720) (Don de M. Longuet, M. de la S.). 39812

MÉMOIRES

RÉSISTANCE DES CARÈNES

ESSAIS DE JOËSSEL ET FORMULE DU « SINUS CARRÉ »

PAR

A. DUROY DE BRUIGNAC

La question de la résistance des carènes est venue plusieurs fois devant la Société des Ingénieurs civils de France, surtout depuis quelques années; soit explicitement, soit implicitement par des sujets dont elle est le fond, comme l'aéronautique et le vol des oiseaux.

J'ai toujours été partisan de la formule du *sinus carré*, ou formule de Newton, malgré des objections dont je ne méconnaissais pas la valeur. En cela, je m'appuyais sur un ensemble de vraisemblances qui me paraissaient l'emporter, notamment l'expérience bien constatée de la marine, consistant en ce que l'affinage des formes donne des diminutions de résistance, et par suite des accroissements de vitesse, assez conformes à ce qu'indique la loi du sinus carré. J'ai exposé ces motifs à diverses reprises; mais je n'avais pas trouvé jusqu'ici de démonstration complète, non plus d'ailleurs qu'il ne m'en avait été opposé. Je crois pouvoir montrer aujourd'hui que la formule du *sinus carré* convient pour calculer la résistance des carènes, moyennant qu'on l'applique comme il faut; en d'autres termes, que les résistances peuvent se calculer comme les travaux de forces isolées.

L'objection principale à la formule *sinus carré* consiste en ce que les essais donnent des résultats très différents de ceux de la formule. Les essais de Joëssel (*Mémorial du Génie Maritime*, 1873, 9e livraison), très bien faits malgré des imperfections de détail, et dont l'ensemble des résultats est suffisamment exact, peuvent être pris comme le type de cette objection. Ils m'ont été opposés,

victorieusement semblait-il, il y a deux ans (*Bulletin*, mars 1898, p. 333 et s.) (1).

J'ai eu l'idée de rechercher pourquoi ces essais, certains de leur côté, différaient de l'expérience de la marine, certaine aussi.

Pour discuter ces essais, il fallait les compléter, en cherchant à discerner les effets aux divers points du plan. Mais il n'est pas facile d'avoir un courant constant de 1 *m* de vitesse, vitesse au-dessous de laquelle le phénomène manque de netteté, comme l'a constaté Joëssel. J'ai pu trouver ce courant dans le canal d'accès des pompes de Marly, grâce à la parfaite obligeance de M. l'Ingénieur en chef Berthet, directeur du service des eaux. Je désire le remercier ici, ainsi que le personnel de Marly, qui m'a prêté un excellent concours.

Le canal de Marly n'est pas l'idéal pour de pareils essais, parce qu'il est sinueux et trop petit ; il a 0,60 *m* de large, et 0,25 *m* de profondeur d'eau. Mais si, dans ces conditions, il est impossible d'obtenir une loi générale, à cause surtout de l'influence des parois, le phénomène se voit avec la plus grande netteté et il est facile de constater ses caractères (1).

Essais d'Indret et de Marly.

Joëssel a opéré en Loire, à Indret, pendant une crue qui donnait 1 *m* de vitesse. Il fixait dans le courant, verticalement et à divers angles, une tôle rectangulaire de 3 *mm* d'épaisseur; elle avait 0,30 *m* de hauteur, 0,40 *m* de longueur et était immergée

(1) L'objection est même plus grave qu'il ne paraissait. Dans le graphique n° 1, p. 335, dont les abscisses représentent des angles d'incidence et les ordonnées des pressions, toutes les courbes partent du même point et aboutissent au même point. Or, la pression mesurée par Joëssel pour un plan de 1 m^2, à la vitesse de 1 *m* et à l'incidence de 90°, est de 82,70 *kg* ; et la formule du sinus carré donne, dans les mêmes conditions.

$$\varpi \frac{v^2}{2g} \sin^2 90° = 1\,000\ kg\ \frac{1}{20}\ .\ 1 = 50\ kg, \text{ sensiblement.}$$

En sorte que l'ordonnée finale de Joëssel est presque double de celle du sinus carré, et le reste des courbes diffère semblablement, en partant du même point. (Voir le 2e tableau ci-après, et *Théorie du Navire*, par MM. Pollard et Dudebout, III, p. 361 et s.)

(1) Ces essais, malgré l'imperfection des conditions, me paraissent intéressants, pour les motifs que voici : ils constatent des faits inconnus jusqu'ici, et ils indiquent ce qui se produit, probablement, dans tous les cas.

En effet, rien ne fait croire que la vitesse de l'eau autour du plan mince ne produise pas un entraînement analogue dans un milieu indéfini et dans un canal limité. Pour ma part, j'ai fait des essais dans la Bièvre, dans des conditions tout autres qu'à Marly, et, pour des vitesses suffisantes, les dépressions étaient très analogues à celles de Marly. On verra également, plus loin, l'analogie entre ces essais et l'expérience de Venturi. L'hydraulique a constaté quantité de faits semblables (*Théorie du Navire*, III, p. 353, 379 et s.).

L'influence des circonstances paraît telle que je doute que l'on trouve jamais de loi tout à fait générale ; mais cela n'empêcherait pas les effets d'avoir une analogie prochaine, permettant souvent de les calculer.

de 0,20 *m* au-dessus de l'arête supérieure; deux arêtes étaient verticales et deux horizontales. Il mesurait la pression totale du courant sur la plaque à ses diverses obliquités relativement au courant.

Pour cela, il avait d'abord constaté, par un procédé ingénieux, la position du centre de pression aux diverses obliquités de la plaque. Voici comment. L'axe vertical de pivotement qui supportait la plaque pouvait être déplacé horizontalement entre le milieu de la plaque et une extrémité. On le fixait successivement en des points voisins, et on constatait, pour chacun, l'angle que la plaque prenait d'elle-même dans le courant : pour cet angle, l'axe vertical passait évidemment par le centre de pression. Ce centre a remonté jusqu'au quart amont de la plaque pour les premières obliquités notables. On en verra l'indication dans le premier tableau.

Connaissant ainsi, pour les diverses obliquités, les distances *l* des centres de pression à l'arête amont de la plaque, on fixait à cette extrémité l'axe vertical de pivotement. Il portait une poulie de 0,144 *m* de rayon, sur laquelle était enroulée une corde aboutissant, par une poulie de renvoi, à un plateau pouvant recevoir des poids. Si une certaine inclinaison de la plaque, correspondant à un bras de levier *l* de la résultante de pression R, était obtenue en mettant un poids P dans le plateau, la valeur de R était :

$$R = 0{,}144\,\frac{P}{l}.$$

Admettant comme vraies les pressions totales ainsi mesurées par Joëssel, mon but était de chercher ce qui se passait à l'arrière du plan mince, c'est-à-dire à l'aval du courant venant frapper le plan immobile. Comment se répartissaient les remous? Causaient-ils une contre-pression, une aspiration ou un effet sans importance?.. J'admettais, d'ailleurs, comme exacts, les déplacements de la résultante totale constatés par Joëssel, mais il se pouvait que l'étude des remous en donnât l'explication.

Voici comment était disposée mon expérience. J'avais deux plaques rectangulaires en tôle de 3 *mm* d'épaisseur, l'une de 0,10 sur 0,15, l'autre de 0,10 sur 0,30. La plus petite avait pour motif de se rapprocher des dimensions de Joëssel autant que le permettait l'exiguité du canal. La plus grande avait pour objet de rechercher quelle variation causerait une grande différence de dimension horizontale. 0,10 *m* était la dimension placée verticale-

ment, et la plaque était enfoncée à moitié de la profondeur du canal, en sorte qu'il y avait, à peu près, 0,075 m d'épaisseur d'eau au-dessus de la plaque et autant au-dessous. La plaque était maintenue verticale par un axe vertical soudé en son milieu, lequel, relié à un châssis convenable, permettait de fixer la plaque à l'angle voulu. Un tube de verre en U, à branches égales distantes de 1 *cm* environ, permettait de constater la différence de pression en deux points correspondants à l'avant et à l'arrière du plan mince. J'ai noté ces différences en neuf points par essai : à l'amont du plan, en son milieu et à l'aval, à trois profondeurs : le haut du plan, le milieu et le bas (troisième tableau).

Les croquis suivants et leur légende aideront à suivre les indications du troisième tableau.

Plan.

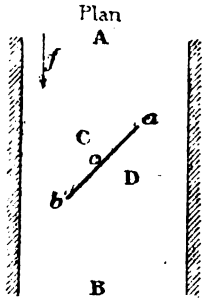


Fig.1

f, direction du courant dans le canal;
A, amont;
B, aval;
C, avant de la plaque *ab* (par analogie à l'avant d'un bateau qui frappe l'eau);
D, arrière de la plaque;
a, extrémité amont de la plaque;
b, extrémité aval de la plaque;
c, milieu de la plaque;
ac, moitié amont de la plaque;
bc, moitié aval de la plaque.

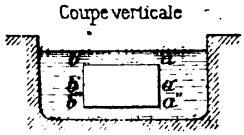


Fig.2

Coupe verticale.

ab, haut de la plaque;
a'b', milieu de la plaque;
a''b'', bas de la plaque.

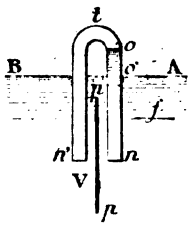


Fig.3

Coupe verticale normale à la plaque.

A, amont;
B, aval;
f, sens du courant;
pp, plaque;
t, tube en U;
nt, branche amont du tube en U;
n't, — aval —
v, région où il existe une dépression ou vide relatif;
o, niveau où s'élève l'eau dans la branche amont du tube en U.

Le tube en U ne fonctionne pas comme un tube de Pitot, où l'eau s'élève dans les deux branches à des hauteurs inégales, par l'action du courant; d'ailleurs, sa forme s'y oppose, car il faudrait que les branches, au lieu d'être droites et terminées carrément, fussent recourbées dans la direction du courant. Le tube en U est placé dans les conditions du tube du Venturi (croquis ci-contre); sa branche aval plonge dans la région *v*, où existent des filets contractés et un vide relatif; et, dans la branche amont, la hauteur *oo'* de l'eau au-dessus du niveau du canal mesure exactement la dépression dans la région *v*. C'est pourquoi on peut dire que le tableau 3 donne les hauteurs d'eau au-dessus du niveau du canal dans la branche amont, ou la valeur des aspirations dans la branche aval.

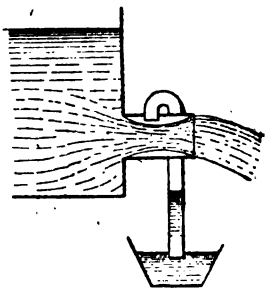


Fig. 5

Voici d'abord le résumé donné par Joëssel (j'ai mis en regard du deuxième tableau les pressions calculées par la formule du sinus carré).

TABLEAU I

ANGLES DE LA LAME avec la direction de l'eau	DISTANCES DES CENTRES de poussée à l'avant de la lame (fractions de la largeur de la plaque 0,40 m)	ANGLES DE LA LAME avec la direction de l'eau	DISTANCES DES CENTRES de poussée à l'avant de la lame (fractions de la largeur de la plaque 0,40 m)
0°	0,0	17°	0,2812
0	0,0312	23	0,3125
0	0,0625	29	0,3437
0	0,0937	36	0,3750
0	0,1250	44	0,4062
0	0,1562	54	0,4375
0	0,1875	65	0,4687
4	0,2187	90	0,500
10	0,2500		

TABLEAU II

POUSSÉES NORMALES « à l'eau » (? à la plaque) sur une surface plane de 1 m^2		PRESSIONS aux mêmes angles par la formule du sinus carré	POUSSÉES NORMALES « à l'eau » (? à la plaque) sur une surface plane de 1 m^2		PRESSIONS aux mêmes angles par la formule du sinus carré
Angles	*Pressions*		*Angles*	*Pressions*	
0°	0,00 *kg*	0,00 *kg*	50°	74,00 *kg*	29,33 *kg*
5	16,27	0,38	55	76,26	33,55
10	20,01	1,50	60	78,01	37,50
15	39,07	3,35	65	79,85	41,07
20	47,29	5,85	70	80,00	44,15
25	53,90	8,93	75	81,66	46,65
30	59,58	12,50	80	82,24	48,49
35	64,10	16,45	85	82,67	49,62
40	67,81	20,66	90	82,70	50,00
45	71,30	25,00			

Essai de Marly, le 27 juin 1899 (vitesse de l'eau, 1 *m* au moins).

Hauteurs d'eau, en centimètres, dans la branche amont du tube en U à partir du niveau du canal, mesurant l'aspiration dans la branche aval:

TABLEAU III

	PETITE PLAQUE, 0,10 — 0,15 *m*			GRANDE PLAQUE, 0,10 — 0,30 *m*		
	HAUT	MILIEU	BAS	HAUT	MILIEU	BAS
15° Amont	Peu sensible.			2,5	2	0
Milieu.				1,5	1	0
Aval				Peu sensible.		
30° Amont	4	1	0	3	1,5	1
Milieu.	2	0,5	0	1	1	0
Aval	0	0	0	0	0	0
45° Amont	4,5	3	1	6	2,5	1
Milieu.	4	3	2	2	1,5	2
Aval	1	0	0	Peu sensible.		
60° Amont	5	4	0	6	4	3
Milieu.	4	1	0	4	3	1
Aval	3	0	0	0	0	0
75° Amont	3,5	3	0	6,5	5	0
Milieu.	3	2,5	0	6	3,5	0
Aval	0	0	0	1,5	0	0
90° Amont	3	2	1	5	0,5	0
Milieu.	4	2	0	4,5	1	0,5
Aval	3	2	1	5	0,5	0

Voici une photographie de l'effet de la petite plaque à l'incidence de 30°, et des schémas représentant, dans les cas principaux du troisième tableau, la *bulle de vide* qui se forme à l'arrière du plan; *aaba* est le contour de la bulle de vide. La photographie est à l'**échelle du 1/8e et les schémas au 1/10e.**

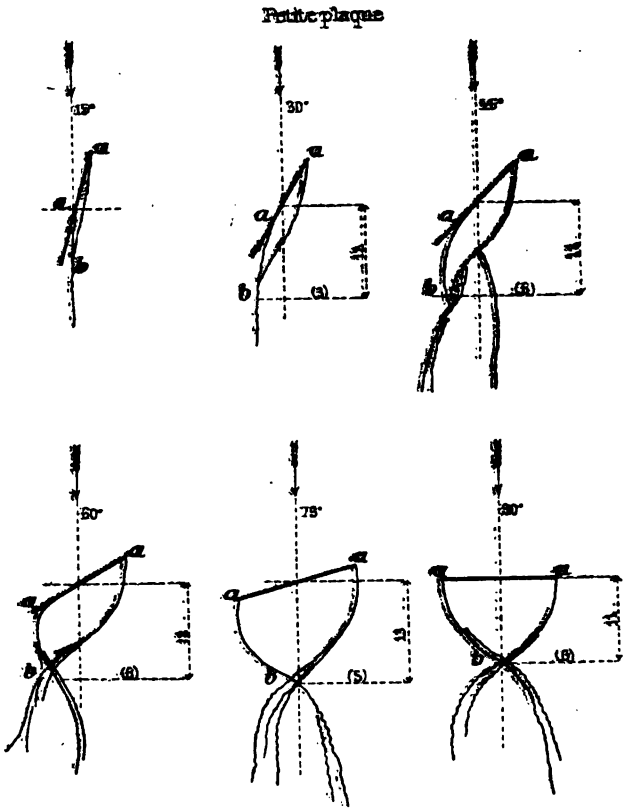


Fig. 6

J'avais d'abord compté surtout sur les photographies, malgré la difficulté de prendre des instantanés dans le local sombre et étroit où le canal est accessible ; mais j'ai reconnu que ces photographies étaient réellement trompeuses, parce que le miroitement de l'eau sous la lumière artificielle intense présente au même plan les rides superficielles et la bulle de vide qui se produit à l'arrière du plan. On le reconnaîtra en comparant la photographie, qui est celle de la petite plaque à l'incidence de 30°, avec le

schéma correspondant : la bulle de vide n'est que la partie vermiforme longeant la plaque ; le reste sont les miroitements de

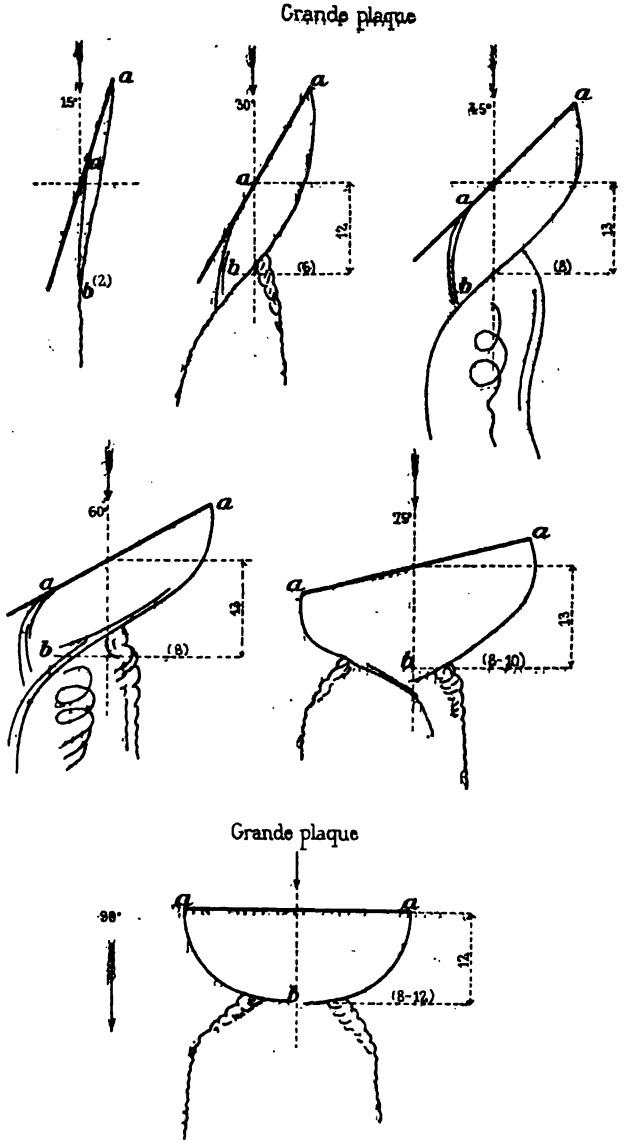


Fig. 7

rides superficielles. C'est cette confusion qui m'a fait renoncer aux photographies.

Malgré cette confusion, la photographie montre bien que la

bulle de vide se détache de la plaque vers le milieu. Le croquis ci-contre indique la position de la plaque *e f*, que la photographie ne laisse pas voir. *ab* est la tringle supérieure du bâti portant la plaque, normale au courant. *o* est l'axe vertical fixé à la plaque en son milieu, et la maintenant aux angles voulus au moyen du rayon horizontal *oc* butant contre l'arrêt *c*. Ces explications permettent de reconnaître *ab* et *oc* sur la photographie, et on voit que la bulle de vide, qui est la plus blanche, se détache de *ef* vers *o*.

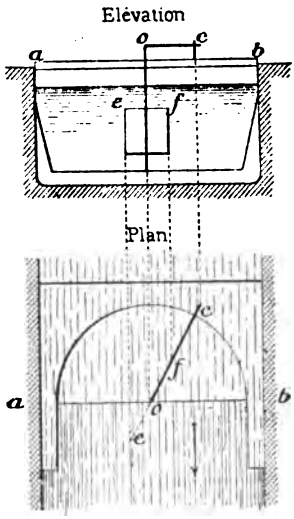


Fig.8

L'œil est, dans ce cas, un instrument bien meilleur que l'appareil photographique. On voit très bien tous les effets à la lumière médiocre dont on dispose ; et, en se plaçant de biais diversement, on distingue parfaitement la bulle de vide immergée à l'arrière du plan mince.

La bulle de vide n'est pas immobile, non plus que les filets superficiels ; fixée à l'arête verticale amont de la plaque, elle oscille légèrement depuis là, comme un drapeau dans le vent frissonne à partir de la hampe. C'est surtout la queue, c'est-à-dire la partie la plus voisine de l'arête aval, qui oscille davantage ; elle se colle à la plaque, la quitte, puis s'en rapproche. Mais le schéma me paraît bien indiquer la situation générale que l'œil de l'observateur résume.

Pareillement, l'eau qui s'élève dans la branche amont du tube en U n'est pas immobile ; elle oscille aussi. Mais on distingue assez facilement une hauteur intermédiaire, où l'eau tend à revenir, où elle séjourne par instants, et qui paraît mesurer l'aspiration en dehors des fluctuations de l'eau. C'est cette hauteur au-dessus du niveau de l'eau du canal qui est donnée en centimètres dans le troisième tableau.

A partir de l'aplomb de la plaque jusqu'à l'aplomb du point *b* (schémas), extrémité aval de la bulle, le niveau de la surface du canal baisse rapidement. J'ai coté, sur les schémas, la distance horizontale, parallèlement au courant, entre le milieu de la plaque et le point *b*. La cote entre parenthèses est le maximum de la dépression, lequel paraît correspondre au point *b*. — Aux sché-

mas 75° et 90° de la grande plaque, il y a deux cotes entre parenthèses : l'une correspond au niveau moyen du canal, l'autre au gonflement de l'eau que la grande plaque cause à ces angles.

L'irrégularité des chiffres du troisième tableau montre que l'essai de Marly ne permettait pas de chercher une loi : il faudrait un canal beaucoup plus large et beaucoup plus profond pour éliminer l'influence des côtes et du fond ; il faudrait une disposition permettant de promener le tube en U en un plus grand nombre de points... Encore est-il douteux que l'on trouvât une loi générale, car il semble, par ces premiers essais, que l'effet dépend, non seulement de la vitesse de l'eau, de l'angle d'incidence et de la forme du plan mince, mais de son étendue, de sa position, de l'immersion et de la section du courant... En sorte que l'on aurait une loi différente dans chaque cas.

Mais ce qui ressort très nettement des dépressions constatées, c'est que l'aspiration à l'arrière du plan, nulle ou presque nulle vers l'arête aval, croît en progression rapide vers l'arête amont ; souvent même l'aspiration paraît circonscrite dans la moitié amont de l'arrière du plan. Or, cette aspiration à l'arrière du plan mince a pour effet de rendre sensible une pression hydrostatique de même valeur en un point placé directement de l'autre côté du plan ; en sorte que la pression totale devant un point de l'avant du plan est la somme de la pression de l'eau affluente et de la dépression à l'arrière. Ainsi, la hauteur due à la vitesse de 1 *m* de l'eau affluente étant 5 *cm*, la hauteur totale de pression au milieu amont de la petite plaque à 60° (3e tableau) est $5 + 4 = 9\,cm$, correspondant à une pression statique de 90 *kg* par mètre carré. Cette inégalité de pression aux divers points est encore accentuée pour la plaque elle-même, parce que la pression hydrostatique est la même dans toutes les directions, et par conséquent toujours normale à la plaque, tandis que la pression de l'eau affluente est fonction de l'incidence. En sorte que la hauteur de pression au point pris pour exemple étant $4 + 5$, la pression normale effectivement éprouvée par le plan en ce point est $(4 + 5 \sin i)$ *kg* par mètre carré.

Il résulte de ces diverses observations que sans pouvoir, je le répète, formuler de loi et par conséquent de chiffre précis à l'aide des essais de Marly, ceux-ci montrent que la formule du sinus carrè, relative à l'avant seul, concorde très bien avec les essais de Joëssel, tant pour l'importance de la pression totale que pour la position de la résultante.

On voit par le troisième tableau que la dépression existe surtout vers le haut du plan. Cela paraît tenir au peu de profondeur d'eau; l'eau, gênée par le fond, se dirigeant principalement par-dessus la plaque. Il est probable que les dépressions s'égaliseraient de plus en plus verticalement, à mesure que les hauteurs d'eau au-dessus et au-dessous de la plaque seraient plus grandes relativement à la hauteur de celle-ci.

D'après une remarque précédente, on voit que Joëssel s'est trompé en traduisant directement pour 1 m^2 des pressions relevées avec un plan de 0,30 sur 0,40 m; il est probable qu'une plaque géométriquement semblable de 1 m^2 de surface ne donnerait pas les mêmes chiffres, puisque la longueur de la *bulle* paraît dépendre principalement de la vitesse et de l'angle, et beaucoup moins de la dimension horizontale du plan. Mais cette inexactitude n'empêche pas les chiffres d'être justes, en ce sens que ce sont bien ceux d'un plan de 0,30 m sur 0,40 m rapportés au mètre carré; il suffit de multiplier ces chiffres par 0,12 pour retrouver les chiffres vrais de l'expérience... Il est à souhaiter que des expériences nombreuses et méthodiques puissent être faites relativement à cette question très nouvelle.

A l'arrière de la petite plaque, à l'incidence de 15°, le vide est loin d'être constant; *par moments* il se produit, très au haut de la plaque, une petite bulle, que le schéma représente, touchant la plaque de l'amont au milieu, et n'étant guère plus longue, en tout, que la plaque.

L'aspiration existant surtout sur la moitié amont, la plaque laissée libre tend à se placer en travers du courant. Il semble que sa position d'équilibre devrait être à 90° dans le courant; il n'en est pas ainsi. La petite plaque se tient en équilibre à l'incidence de 80° environ, et la grande plaque vers 85°. A 75°, la petite plaque applique déjà peu contre son arrêt. Je me borne ici à noter ces faits.

Toujours, à tous les angles, l'eau est entièrement limpide à l'avant des plaques.

Le vide paraît se terminer toujours à l'étranglement que le schéma indique.

Grande plaque, 30° : la bulle de vide touche, par moments, jusqu'au bout aval de la plaque, mais souvent s'en détache à partir du milieu. Même effet à 45°, mais moins marqué qu'à 30°.

Grande plaque, 60° : la bulle de vide longe presque toute la

plaque, mais paraît tendre à s'en détacher le long de l'arête supérieure.

Tous ces effets, je le répète, sont parfaitement visibles quand on se place convenablement.

On peut remarquer l'écart considérable qui existe, dans les petits angles, entre la courbe de Joëssel et celle du sinus carré. Il faut dire, sur ce point, que la courbe du sinus est géométrique, et celle de Joëssel régularisée d'après cette remarque que les valeurs trouvées par lui donnaient « une courbe polaire très régulière »; — que tous ces essais sont obscurs pour les petits angles, où les moindres obstacles, les épaisseurs, les axes, les attaches, etc., prennent une importance considérable; — que Joëssel n'a obtenu aucun effet jusqu'à l'angle de 4° (1er tableau), et que la plaque est presque folle jusqu'à des angles plus grands, en sorte que ses premiers chiffres étonnent...

A ce sujet, il curieux de noter que, jusque vers 5°, c'est l'effet de la *tranche* de la plaque de Joëssel qui paraît l'emporter sur l'effet du plan lui-même, car on a sensiblement :

$$0{,}400\,m \times \sin^2 5° = 0{,}003\,m \times \sin^2 85°;$$

ce qui constitue, soit dit en passant, une coïncidence entre l'essai de Joëssel et la loi du sinus carré. Joëssel ne paraît pas avoir pensé à l'effet de cette tranche; du reste, il ne cherchait que l'effet total... On voit l'importance des moindres détails.

On voit que le troisième tableau et les schémas ne paraissent pas s'accorder toujours bien relativement à la répartition des dépressions, c'est-à-dire que le schéma semble indiquer une dépression plus uniforme et parfois plus étendue. Ce fait résulte principalement de ce que le contour général de la bulle, seul visible à l'œil, ne décèle pas ce qui se passe à l'intérieur, où le tube en U pénètre... On verrait mieux cet intérieur dans de meilleures conditions d'expérience. Mon soin a consisté à noter le plus exactement possible ce que je voyais, sans rien faire pour concilier les résultats.

Objections et réponses.

Les renseignements qui précèdent, avec quelques autres déjà publiés que je rappellerai chemin faisant, permettent de résumer la question du désaccord apparent entre la formule du sinus carré et les essais.

Voici d'abord les objections (*Théorie du Navire*, III, 358 et s.).

1° La formule du sinus carré est en désaccord grave avec les essais les plus certains. Elle a, d'ailleurs, été employée assez longtemps pour les carènes, mais n'a pas donné de résultats satisfaisants; on l'a abandonnée. Il est donc reconnu que cette formule est pratiquement fausse;

2° Alors même qu'on admettrait cette formule pour un plan isolé, elle ne peut pas convenir à une suite de plans contigus, parce que la déviation des filets liquides d'un plan sur l'autre fausse les considérations présentées pour le plan isolé;

3° La formule du sinus carré implique que la résultante des pressions est au centre de figure du plan mince; or, les essais les plus sûrs, notamment ceux de Joëssel, ont prouvé que la résultante se déplace, du centre vers l'extrémité amont du plan, à mesure que l'incidence décroît. Par conséquent, la formule du sinus carré est encore fausse à cet égard. Pour un plan très petit isolé, cette inexactitude pourrait être sans importance; elle est inadmissible pour un plus grand plan.

Voici les réponses à ces objections :

1° La formule du sinus carré ne s'applique évidemment qu'à une *surface* plane, et laisse entièrement de côté tous les accessoires de cette surface; tels que l'épaisseur et l'arrière du plan, s'il s'agit d'un plan; tels que le reste de la carène, s'il s'agit d'un bateau. En sorte que cette formule ne calcule qu'une résultante *partielle* du phénomène. Or, un essai, au contraire, donne évidemment la résultante *totale* de toutes les résistances. Par conséquent, *il devait y avoir désaccord* entre la formule du sinus carré, telle qu'on l'a appliquée, et un essai; et c'est par inadvertance que l'on a regardé ce désaccord comme une faute.

Il aurait fallu, pour les bateaux, appliquer la formule à *toutes* les parties de la carène. Alors le résultat aurait été juste, comme on le verra tout à l'heure. Il faudrait l'appliquer de même à l'arrière du plan mince, si l'on pouvait déterminer suffisamment l'aspiration variable.

2° L'objection relative aux plans contigus est réfutée par le double principe suivant que j'ai publié en 1898 (*Calcul du travail des hélices et carènes*, p. 3. Librairie de Sciences générales, 53, rue Monsieur-le-Prince) :

« L'eau étant incompressible, les pressions doivent se transmettre au travers d'elle comme au travers d'un corps dur, non

seulement lorsque l'eau est immobile, mais quelque tumultueuse qu'elle soit, pourvu que la continuité existe. Par suite, les actions exercées de l'autre côté d'une couche d'eau plus ou moins épaisse atteignent le bateau comme si elles s'exerçaient immédiatement à sa surface. Là, ces actions se composent entre elles, sans doute; mais, comme le travail de la résultante égale la somme des travaux des composantes chacune sur sa direction, on obtient le résultat exact en calculant séparément le travail de chaque action considérée. On peut donc calculer toutes les actions appliquées à la carène ou à l'hélice comme si elles s'exerçaient sur leur surface, immédiatement et isolément. »

Il importe d'ajouter que ce principe a été confirmé par l'expérience : les calculs faits d'après lui, relatés dans le livre précité, ayant concordé exactement avec l'essai.

3° Ce que j'ai dit plus haut de l'essai de Marly répond à la troisième objection. On voit que les pressions hydrostatiques à l'avant du plan, correspondant aux aspirations à l'arrière et mises en évidence par elles, ont une importance et une position telles qu'elles suffisent largement pour expliquer les déplacements de la résultante *totale*, constatés par Joëssel, tout en admettant que la résultante *partielle* de l'eau affluente soit au centre de figure.

Le principe que je viens de citer (*Calcul*, etc., p. 3) concourt aussi à cette troisième réponse, car il montre que le déplacement de la résultante totale ne devait pas dépendre des effets sur l'avant du plan, quelle que fût l'étendue de celui-ci.

Les explications précédentes, qui justifient l'emploi de la formule du sinus carré dans les limites qu'elle-même signale, montrent en même temps que cette formule ne doit pas être appliquée seulement à l'avant, comme on l'a fait, mais à l'arrière comme à l'avant, comme à la tranche du plan mince ; à l'arrière, comme à l'avant de la carène. C'est pour avoir négligé cette précaution, pourtant naturelle, que les résultats ont été faux. J'ai opéré autrement dans l'exemple donné par le « Calcul du travail des hélices et carènes », et le résultat a concordé exactement avec l'essai. On voit, dans cette étude, l'importance de détails qui pouvaient sembler d'abord insignifiants, et la nécessité de les observer tous ; on y voit aussi l'indication, par les faits eux-mêmes, d'améliorations considérables de disposition et de forme.

La formule du sinus carré peut s'appliquer partout, ainsi que je l'ai fait (*Calcul*, etc.), parce que toutes les résistances dont il s'agit reviennent à des effets de rencontre : les pressions à

l'avant ; les contre-pressions à l'arrière, s'il y en a ; les aspirations, dont l'effet revient à une pression sur une surface directement opposée.

Pour un plan mince, les effets à l'arrière que j'ai constatés ne sont pas encore assez étudiés pour entrer dans le calcul ; mais pour une carène, l'appréciation de ces effets est déjà possible dans une mesure suffisante, parce qu'il n'est pas nécessaire, généralement, de savoir comment se répartit l'aspiration en chaque point de la surface où elle existe (*Calcul*, etc.).

L'hélice étant une carène, tout ce qui précède doit s'y appliquer. Il s'y applique, en effet, bien que les conditions spéciales de l'hélice rendent le calcul assez délicat. Je l'ai étudié en détail dans le volume précité.

L'exemple que j'ai étudié (*Calcul*, etc.), calculé dans tous ses détails d'après les principes rationnels exposés ci-dessus, paraît être une confirmation expérimentale certaine de ces principes. Il paraît impossible que la coïncidence complète entre les essais et le calcul soit fortuite, dans un exemple considérable rempli de détails très divers. Je pense que l'ensemble de principes, d'explications et de faits précédemment exposés, prouve que la formule du sinus carré convient au calcul de la résistance des carènes, moyennant qu'on l'applique comme il faut à tous les éléments de cette résistance.

Résumé et conclusion.

La formule du « sinus carré », pour calculer la résistance de translation d'une surface plane, a été démontrée par Newton et Euler pour l'avant d'un plan isolé.

Elle a été abandonnée comme fausse parce que ses résultats sont très inférieurs à ceux des essais, et qu'elle paraît placer le centre de pression où il n'est pas.

L'erreur consistait à attendre de cette formule, telle qu'on l'employait, la totalité de la résistance ; en d'autres termes, à croire que l'avant du plan, auquel on appliquait la formule, causait toute la résistance.

Les aspirations à l'arrière du plan, que l'on ne discernait pas dans l'effet total, et qui se traduisent par des pressions symétriques à l'avant, suffisent largement pour expliquer le surplus de pression constaté par les essais, et la position de la résultante

totale. Ces pressions, s'ajoutant à celles de l'avant, se calculent pareillement.

Dès lors, la formule du « sinus carré » convient pour calculer la résistance de translation d'un plan, moyennant que l'on n'omette aucune des résistances.

D'ailleurs, le double principe de l'incompressibilité de l'eau et du travail des composantes étend l'emploi de la formule à un nombre quelconque de plans contigus d'étendue quelconque, et, par suite, au cas d'une carène. L'hélice, qui est une carène, peut se calculer pareillement, pourvu que l'on tienne compte de son mouvement spécial.

Ce système de calcul, appliqué à l'exemple considérable et très complexe du croiseur le *Dupetit-Thouars*, a coïncidé avec les essais avec toute l'exactitude possible (*Calcul*, etc.). C'est une vérification expérimentale des principes que l'on peut regarder comme certain.

Par conséquent il paraît démontré que la formule du « sinus carré » convient pour calculer les résistances de la carène et de l'hélice, moyennant qu'elle soit appliquée à tous les éléments du travail.

P.-S. — L'été dernier, à Argenteuil, M. Rodolphe Soreau a fait des essais sur la résistance au courant de plans minces et la position de la résultante totale, dans des conditions beaucoup plus variées que celles de Joëssel. L'allure générale de ces courbes rappelle beaucoup celle des courbes obtenues, dans l'air, par M. Kummer, membre de l'Académie des sciences de Berlin. La formule donnée par M. Soreau pour la courbe du plan carré rend compte, dans leurs plus petites particularités, des résultats obtenus par M. Langley pour l'air. Je dois ces indications à une communication obligeante de M. Soreau. Il est curieux de noter ces analogies entre les résultats dans l'eau et dans l'air, que l'incompressibilité de l'un et la grande compressibilité de l'autre pouvaient rendre improbables, bien qu'il y eût aussi des vraisemblances en sens contraire : ainsi ce fait, aussi connu qu'étonnant, que plusieurs paroles, sons, etc., s'entendent distinctement à la fois pourvu qu'ils ne soient pas trop nombreux... Ces analogies font espérer que les données déjà acquises par la marine pourront aider l'aéronautique.

LE NOIR D'ACÉTYLÈNE

ET SES DÉRIVÉS

PAR

M. E. HUBOU

Dans la communication que j'ai présentée le 2 février 1899 a la Société des Ingénieurs Civils, je faisais remarquer que la fabrication du carbure de calcium donne toujours une proportion assez notable de déchets et de poussiers dont il est difficile de tirer parti. L'écoulement de ces déchets ne peut se faire qu'au détriment de la qualité du carbure vendu. Il en résulte une diminution de rendement du carbure en acétylène très préjudiciable pour les consommateurs. Ainsi, pour une installation d'éclairage de 100 becs, brûlant pendant 3 000 heures par an, à raison de 20 *l* de gaz à l'heure, on consommera 20 *t* d'un bon carbure rendant 300 *l* d'acétylène au kilogramme et 23 *t* d'un carbure mêlé de déchets ne rendant que 260 *l*, soit 3 *t* en plus de celui-ci. En supposant ces deux carbures achetés au même prix, 400 à 500 *f* la tonne, c'est une perte sèche pour le consommateur de 1 200 à 1 500 *f* par an.

Il est donc indispensable pour le développement de l'industrie de l'acétylène que les carbures livrés soient de première qualité. Mais il faut pour cela que les usines de carbure trouvent un emploi rémunérateur de leurs sous-produits. Ici donc, comme dans toute grande industrie, vient se poser le problème de l'utilisation des résidus d'usine. La réalisation de ce problème économique devient une nécessité commerciale en raison d'un côté des besoins des consommateurs et de l'autre de la concurrence des usines de production.

La solution que je préconise consiste à utiliser sur place les carbures de mauvais rendement en les transformant en un produit d'usage très répandu et très varié, en noir commercial ou carbone amorphe. J'ai donné à ce nouveau noir le nom de *noir d'acétylène* pour le différencier des noirs commerciaux déjà connus et en bien marquer l'origine.

C'est à la fin de 1897 que j'ai eu l'idée d'appliquer à l'indus-

trie des noirs le carbone résultant de la décomposition de l'acétylène, en examinant le dépôt pulvérulent et volumineux qui se formait dans les coupes des lampes de voitures éclairées à l'acétylène, quand les becs s'obstruaient et que la flamme devenait fuligineuse. Les essais de ce carbone recueilli m'ayant démontré sa haute puissance colorante, j'ai cherché un procédé industriel qui permît de l'obtenir sans pertes. J'ai constaté que la nature endothermique de l'acétylène se prêtait admirablement à cette fabrication sans pertes du nouveau noir et j'ai adopté comme mode de production la décomposition en vase clos de l'acétylène comprimé à une pression initiale peu élevée.

La présente communication a pour but de démontrer la supériorité du noir d'acétylène sur les autres noirs commerciaux légers, la facilité de le produire industriellement en grandes quantités et le bénéfice qu'on est en droit d'espérer de cette fabrication, malgré le prix élevé de l'acétylène.

Mode de production des noirs commerciaux ordinaires.

Jusqu'à ce jour, les noirs commerciaux ont été obtenus en brûlant incomplètement à l'air des matières organiques, solides, liquides ou gazeuses, riches en carbone : huiles, résines, essences, naphtaline, pétrole, gaz d'huile ou de pétrole, etc. On obtient ainsi des noirs légers connus sous le nom de noir de fumée, noir de lampe, noir de naphtaline, noir de pétrole, noir de Francfort, etc. Il y a ainsi de très nombreuses sortes de noirs et leurs prix varient dans des limites considérables, depuis 0,50 *f* jusqu'à 10 *f* le kilogramme : cela dépend du mode de fabrication et de la qualité des produits au point de vue de leur pureté, de leur degré de finesse et de leur puissance colorante.

Les noirs communs et de qualité inférieure s'obtiennent avec des résines et des huiles lourdes de goudron : ils sont recueillis dans des chambres ou des cheminées où ils se déposent et d'où on les enlève en raclant les parois.

On obtient des produits plus purs en faisant lécher des surfaces refroidies par des flammes éclairantes d'huiles ou de gaz. Les flammes sont produites soit par des lampes à huile de construction ordinaire, soit par combustion dans des becs appropriés du gaz d'huile fabriqué dans des usines spéciales. Un des procédés consiste à faire passer un courant d'eau froide à l'intérieur d'un cylindre poli tournant autour de ses tourillons et à faire brûler au-dessous une rangée de becs : le cylindre est enveloppé d'un manteau en tôle à un intervalle de quelques centimètres. Le noir déposé sur la surface refroidie est entraîné par un mou-

vement lent de rotation et enlevé par une brosse au fur et à mesure de sa formation. Dans un autre procédé, le noir se dépose sur un disque métallique horizontal à rebord saillant, également refroidi par un courant d'eau : les flammes brûlent en dessous. Le noir formé est entraîné par la rotation du disque et enlevé par un racloir métallique qui le fait tomber dans une trémie.

Quel que soit le procédé, le noir est toujours obtenu par *une flamme* et par combustion de l'hydrocarbure en présence de l'air. L'expérience a même démontré qu'une grande admission d'air est avantageuse pour l'amélioration de la qualité du noir; mais la combustion étant alors plus complète, le rendement du gaz qui le produit est de beaucoup diminué.

ndement et ualités des oirs ordi- aires.

En fait, le rendement en noir ne dépasse pas 20 à 25 0/0 du poids de la matière première : on en perd ainsi les trois quarts ou les quatre cinquièmes.

On a cherché depuis longtemps à supprimer cette perte considérable de matière première et à obtenir directement le carbone pur par dédoublement des hydrocarbures. On a fait dans ce but de nombreux essais, les uns par voie pyrogénée, les autres par électrolyse sous l'action de courants de haute tension : ce qui montre bien l'intérêt que présente l'obtention d'un carbone pur sans pertes. Mais aucun d'eux n'a pu être réalisé industriellement.

En outre de ce faible rendement de 20 à 25 0/0, les noirs légers déjà connus ont l'inconvénient d'être toujours de composition très variable, par suite de l'admission variable de l'air servant à la combustion des hydrocarbures employés et par suite de la température souvent irrégulière de leur formation. Ils doivent être triés suivant leur degré de finesse et de pureté et, pour en obtenir des noirs de qualité supérieure, il faut les soumettre à des lavages ou à des calcinations en vue de les débarrasser des goudrons et matières grasses qui les souillent.

Certains noirs de fumée ne renferment guère plus de 80 0/0 de carbone : le reste consiste en matières salines et en parties huileuses ou résineuses entraînées avec le carbone pendant la combustion. Voici la composition, déterminée par M. Moissan, d'un noir de fumée obtenu par la décomposition pyrogénée de l'huile de pétrole :

Carbone.	87,49
Hydrogène	2,77

Ce chiffre de 2,77 d'hydrogène englobe l'hydrogène de l'eau entraînée et l'hydrogène combiné : ce dernier appartient à une matière organique, vraisemblablement sous forme de carbure. On constate, en effet, la présence constante d'hydrocarbures dans le carbone amorphe.

Ce même noir brut a été purifié par des épuisements successifs par la benzine, l'alcool et l'éther qui entraînent une quantité notable d'hydrocarbures. Après dessiccation, il est loin d'être encore pur. Il retient avec une très grande énergie une petite quantité de carbures d'hydrogène et de l'eau dont il est impossible de le débarrasser : il renferme aussi un peu d'azote. Après avoir été chauffé dans le vide à la température de ramollissement du verre, pour le polymériser et le rendre plus maniable, il perd encore une certaine quantité d'eau et des traces de carbures d'hydrogène. La poudre noire alors obtenue fournit les chiffres suivants :

	1	2
Carbone	93,21	92,86
Hydrogène	1,04	1,20
Cendres	0,22	0,34

Ainsi, malgré toutes les précautions, on trouve toujours une petite quantité d'hydrogène à l'état d'hydrocarbure et d'eau. Cette quantité d'eau est beaucoup plus grande quand on ne dessèche pas dans le vide et au rouge sombre.

L'eau résulte de la *combustion* de l'hydrocarbure : elle existe toujours dans les noirs déposés qui, en raison de leur état poreux, l'absorbent et en retiennent forcément des quantités plus ou moins notables. On peut donc dire, en résumé, que tous les noirs de commerce, même les noirs de première qualité, ne sont pas et ne peuvent pas être formés de carbone pur : cela résulte nécessairement de leur mode de production.

Emploi de l'acétylène comme matière première.

Examinons maintenant l'emploi, comme matière première, de l'acétylène.

L'acétylène est le plus riche en carbone de tous les hydrocarbures connus, il en renferme 92,3 0/0 et il ne contient donc que 7,7 0/0 d'hydrogène.

Comparativement aux autres hydrocarbures et en se servant des procédés ordinaires, c'est-à-dire en le brûlant incomplètement à l'air, il est certain qu'il donnera un meilleur rendement en noir et un noir plus pur. C'est, en effet, ce qu'a constaté

M. Moissan. Mais ce carbone résultant de la combustion incomplète de l'acétylène n'est pas non plus de toute pureté. Sa teinte n'est pas homogène : certaines parcelles sont plus ou moins brunes; sa purification par épuisements successifs fournit un peu d'hydrocarbures et il retient également une petite quantité d'eau non volatile au rouge sombre.

La production du noir d'acétylène par le procédé de la combustion incomplète ne serait en outre pas rémunératrice industriellement. En effet, en comptant le carbure de calcium au prix de revient de l'usine, soit à 250 *f* la tonne, le mètre cube d'acétylène avec du carbure à 290 *l* coûte 3,4 *kg* × 0,25 = 0,85 *f*.

En supposant qu'on ait un rendement en noir d'acétylène atteignant même 30 0/0, c'est-à-dire supérieur au rendement ordinaire des noirs, il faudrait pour 1 *kg* de noir, consommer au moins 3 à 4 m^3 d'acétylène. Ce kilogramme de noir reviendrait donc, rien qu'en matière première, à 2,90 *f*, c'est-à-dire à un prix supérieur à celui des beaux noirs de pétrole.

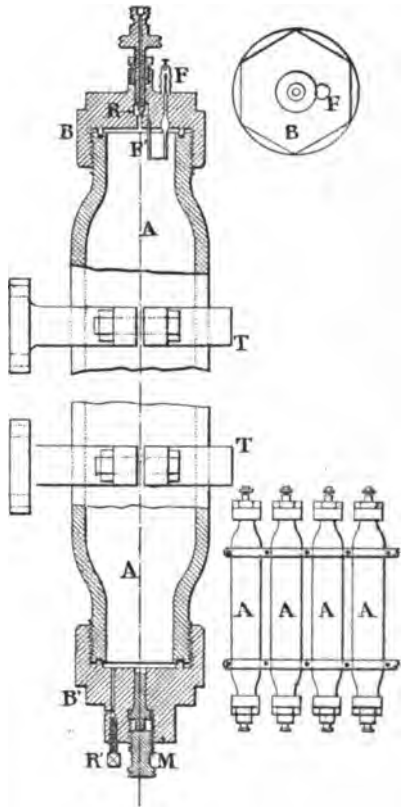
Ce n'est donc pas dans les procédés ordinaires qu'il faut espérer trouver l'application de l'acétylène à la production du carbone amorphe. On pourrait, il est vrai, utiliser dans ce but les réactions chimiques permettant d'absorber l'hydrogène, par exemple en se servant du chlore ou du brome: mais ici encore le prix de revient serait trop élevé.

Il vaut mieux, à tous points de vue, employer une méthode différant totalement des autres et s'appuyer sur ce fait que l'acétylène est facilement décomposable sous l'action d'une source d'énergie d'une force vive suffisante. En effet, en même temps que ce gaz est le plus riche en carbone, il jouit de cette propriété essentielle au point de vue de la production du noir et qui n'appartient pas aux autres hydrocarbures communs, c'est qu'il est *endothermique*, c'est-à-dire formé avec absorption de chaleur et qu'il suffit d'une faible source d'énergie étrangère, calorifique ou électrique, pour le décomposer en ses éléments, carbone et hydrogène. Mon procédé consiste à utiliser cette propriété de l'acétylène pour le décomposer à l'abri de l'air et en obtenir ainsi, *sans oxydation*, le carbone amorphe que j'appelle ***Noir d'acétylène.***

On peut réaliser cette décomposition à la *pression ordinaire* en chauffant le gaz dans des tubes à 780° ou en l'y soumettant à l'étincelle d'induction; mais l'opération est lente et soulève de grandes difficultés pratiques : elle n'est donc pas industrielle.

Il vaut mieux opérer *sous pression* et profiter des propriétés

explosives de l'acétylène. Ainsi que l'ont montré MM. Berthelot et Vieille, quand l'acétylène est comprimé au-dessus de 2 *atm*, il devient explosif sous l'action d'une faible source d'énergie étrangère. Une amorce de fulminate, les étincelles d'induction, la simple ignition d'un fil métallique porté à l'incandescence par un courant de pile suffisent pour que l'échauffement et la décomposition opérés en un point de la masse se propagent instantanément dans toute cette masse gazeuse comprimée, en la décomposant en carbone et hydrogène.



Dans un récipient hermétiquement clos et bien privé d'air, on introduit de l'acétylène comprimé à une pression peu élevée, pratiquement entre 2 et 5 *atm*, et on le fait détoner. La décomposition est instantanée et donne :

1° Du carbone pur qui se dépose en masse volumineuse et compacte dans le récipient et le remplit complètement : c'est lui qui constitue notre Noir d'acétyléne;

2° De l'hydrogène, résidu dont le volume est égal à celui de l'acétylène introduit. Cet hydrogène est recueilli également en vue de son utilisation partielle dans les opérations ultérieures et en vue de ses applications industrielles.

Appareil d'expérience

Le dessin ci-joint représente notre appareil d'expérience. Celui-ci se compose d'un tube en acier, A, très résistant, fermé à ses extrémités par des obturateurs à vis et à joint métallique, B, B'. L'obturateur B porte un robinet à pointeau servant à l'introduction de l'acétylène sous pression et à la sortie du gaz après la réaction : il porte, en outre, un bouchon de mise de feu, F, auquel est fixé un petit fil métallique, F', qui doit être porté à l'incandescence par le passage d'un courant électrique.

de chaux et de coke qui sont des matières premières de peu de valeur. Sa production peut donc prendre un développement, en quelque sorte illimité, si nombreuses qu'en soient un jour les applications qui, pour le moment du moins, sont à peu près limitées à l'éclairage.

Pour obtenir 100 000 *kg* de noir d'acétylène et 100 000 m^3 d'hydrogène, il suffit de 340 *t* de carbure, c'est-à-dire à peu près le dizième et demi de la production annuelle d'une usine de carbure un peu importante fabriquant 3 000 *t*. Le carbure de calcium et, par suite, l'acétylène qui en dérive par la simple action de l'eau sur ce corps, est donc une source de noir commercial aussi abondante que les hydrocarbures les plus communs, au même titre que le pétrole et le gaz de pétrole le sont en Amérique pour les noirs de pétrole.

2° *Au point de vue du danger*. — Nous utilisons les propriétés explosives de l'acétylène et, à ce point de vue, on peut, *a priori*, soulever des objections sur le danger qui peut en résulter. Examinons quelle en est la valeur en nous référant aux expériences de MM. Berthelot et Vieille.

L'acétylène est réellement dangereux quand il est liquéfié ou fortement comprimé.

Liquéfié, sa pression instantanée de décomposition atteint plus de 5 500 *kg* par centimètre carré et sa force explosive est voisine de celle du coton-poudre. Fortement comprimé à des pressions dépassant 50 *atm*, sa pression de décomposition atteint des valeurs onze fois supérieures à celles de la pression initiale. A 21 *atm*, la pression au moment de la décomposition est encore plus de dix fois supérieure ; mais déjà la vitesse de l'onde explosive est très inférieure à celle d'un mélange tonnant d'oxygène et d'hydrogène.

Si, au contraire, la pression est inférieure à 10 *atm*, et s'abaisse de 10 à 2 *atm*, le rapport des pressions initiales et finales descend au-dessous de 8 et baisse rapidement jusqu'à 4. Il en est de même pour la vitesse d'explosion : ainsi, avec de l'acétylène comprimé à 6 *atm*, elle est moitié moins grande que celle d'un mélange tonnant de gaz de houille et d'air dans un moteur à gaz ; dans ce cas, en effet, la durée de l'explosion est de 66,7 millièmes de seconde, tandis qu'elle n'est que de 33 millièmes de seconde avec le mélange tonnant. Le tableau suivant, extrait de l'étude de MM. Berthelot et Vieille, indique bien ces résultats.

que celle de l'acétylène employé seul. On peut ainsi faire varier, au gré que l'on veut, la force de la détonation, en variant les proportions d'acétylène et d'hydrogène, le mélange ne détonant que sous l'action de l'acétylène qu'il contient.

Comparais du nouve procédé a les ancien

Notre procédé de production du noir d'acétylène diffère donc essentiellement de tous ceux qui ont été employés jusqu'à présent dans l'industrie des noirs et il a sur eux les avantages suivants :

1° Le noir d'acétylène est obtenu instantanément et en masse volumineuse qui remplit toute la capacité du récipient;

2° Il est pratiquement pur. L'analyse montre, en effet, qu'il ne renferme pas moins de 99,8 0/0 de carbone et aucun des autres noirs commerciaux n'a pu atteindre encore ce degré de pureté;

3° Il est de composition régulière. Les noirs fabriqués par les procédés ordinaires renferment toujours des hydrocarbures condensés, des produits jaunes résultant de l'oxydation de la matière première et de l'eau intimement absorbée. Le noir d'acétylène ne contient qu'une très faible quantité de polymères et aucun produit d'oxydation. Tandis que les autres noirs présentent toujours une teinte plus ou moins rousse et fauve due aux produits d'oxydation et que conservent même les noirs les plus chers, le noir d'acétylène est franchement noir avec une teinte légèrement bleutée qui est justement très recherchée dans l'industrie des noirs;

4° Par le fait de sa production, à l'abri de l'air et sans oxydation, le noir d'acétylène s'obtient sans pertes. On obtient, pour ainsi dire, la totalité des 92,3 0/0 de carbone que le gaz contient et le rendement est, par suite, quatre fois supérieur à celui du meilleur gaz d'huile;

5° Les produits gazeux, résidus de la fabrication de ce noir et recueillis spécialement, ont eux-mêmes une réelle valeur commerciale. L'hydrogène, dont une partie sert dans l'opération même, reste, pour la plus grande partie, disponible, et peut être utilisé aux emplois industriels les plus divers. Il ne coûte rien en raison de la vente du noir d'acétylène. Il est possible d'en tirer un parti avantageux, d'abord pour l'aérostation : c'est, en effet, le plus léger de tous les gaz; ensuite pour le chauffage, l'émaillage, la lumière oxhydrique, etc.; il a, en effet, le pouvoir calorifique le plus élevé; sans compter les autres applications.

Jusqu'à ce jour, l'hydrogène industriel n'a encore pu être vendu moins de 0,80 *f* le mètre cube : le prix de revient qui est atteint en le produisant par l'électrolyse de l'eau est au moins de 0,54 *f*. Notre procédé, dans lequel l'hydrogène est un sous-produit, permet, au contraire, d'obtenir ce gaz à un prix de revient pour ainsi dire nul, par suite de la valeur marchande du noir d'acétylène que nous chiffrons ci-après. C'est celui qui réalise la production de l'hydrogène à meilleur compte.

Ainsi que le fait remarquer justement M. H. de Parville, il est assez curieux d'avoir à constater que l'acétylène qui est un gaz assez lourd, puisque sa densité est voisine de celle de l'air, peut servir à préparer le plus léger des gaz connus.

Par notre procédé, nous obtenons pour 1 m^3 d'acétylène décomposé :

1 m^3 d'hydrogène;
Et 1 *kg* de noir d'acétylène.

Il nous permet, en outre, d'obtenir, en variant les conditions d'expérience, d'autres produits chimiques de valeur commerciale importante, sur lesquels je pense insister prochainement avec plus de détails et que je ne fais que signaler aujourd'hui.

Fabrication industrielle du Noir d'acétylène.

Il convient maintenant d'étudier le procédé au point de vue industriel.

Appareil ndustriel. L'appareil précédemment décrit n'est qu'un appareil de laboratoire : l'appareil destiné à fabriquer industriellement le noir d'acétylène permettra d'en obtenir facilement de 400 à 500 *kg* par jour, c'est-à-dire de produire par an de 120 à 150 000 *kg* de noir d'acétylène et autant de mètres cubes d'hydrogène.

Est-il possible de fabriquer ainsi industriellement et sans danger cette quantité de noir d'acétylène et de sous-produits ?

amen des objections au procédé. 1° *Au point de vue de la matière première.* — La production de l'acétylène est solidaire de celle du carbure de calcium. Or, on fabrique actuellement plus de 200 000 *t* de carbure par an et de nouvelles usines ne cessent de se monter dans les différents pays où la force motrice est à bon marché. On l'obtient en chauffant au four électrique, à la haute température de l'arc, un mélange

Un des pôles du circuit électrique est relié au bouchon de mise de feu F qui est isolé, et l'autre est fixé à la masse du tube A : le courant peut être établi ou interrompu au moyen d'un commutateur. L'obturateur B′ porte un robinet pointeau R′ servant à l'évacuation du gaz et un bouchon à piston M avec une petite masse de cuivre formant *crusher* et destiné par son écrasement à mesurer la pression au moment de la décomposition de l'acétylène. Le tube A est maintenu fixé à son support par deux colliers T.

On introduit dans ce tube de l'acétylène comprimé, par exemple à *4 atm*, et on lui fait faire explosion à l'abri de l'air, en fermant le circuit de la pile sur le fil métallique qui se trouve ainsi porté à l'incandescence et commence la décomposition de l'acétylène en contact, décomposition qui se propage immédiatement dans toute la masse du gaz.

La pression dans le tube monte instantanément à 25 *atm* pour l'exemple choisi et retombe aussitôt; elle revient bientôt à la pression de 4 *atm* : elle est due au gaz restant qui est de l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acétylène.

On ouvre le robinet pointeau R pour laisser échapper cet hydrogène qu'on recueille dans un gazomètre après l'avoir fait passer dans des flacons laveurs. On ouvre ensuite les bouchons obturateurs pour retirer le carbone pulvérulent en masse, qui remplit toute la capacité du tube.

L'ouverture de ce récipient ayant eu lieu à l'air, on prend la précaution de chasser tout l'air qui a pu rentrer quand on a enlevé le carbone et après que les bouchons obturateurs ont été replacés en renvoyant dans le tube l'hydrogène de cette précédente opération. Cet hydrogène est introduit par le robinet R et sort par le robinet R′ en enlevant les dernières traces d'air.

On ne laisse ainsi dans le tube A que de l'hydrogène à la pression atmosphérique et on recommence l'opération en faisant arriver de l'acétylène comprimé. La nouvelle opération et toutes les suivantes se feront donc sur un mélange comprimé d'acétylène et d'hydrogène. Avec un mélange à 5 *atm*, par exemple, nous aurons introduit dans le tube de l'acétylène à 4 *atm* : le récipient clos contiendra un mélange de 1/5 d'hydrogène et de 4/5 d'acétylène que nous ferons ensuite détoner comme précédemment.

Ce mode opératoire présente deux avantages essentiels. Nous sommes certain d'avoir éliminé complètement l'air et, de plus, la réaction due à l'explosion du mélange est moins énergique

Pression initiale absolue en kilogr. par cent. carré.	Pression en kilogr. par cent. carré observée aussitôt après l'explosion.	Durée de l'explosion en millièmes de seconde.	Rapport des pressions initiales et finales.
11,23	92,73	26,1	8,24
11,23	91,73	39,2	8
5,98	43,43	»	7,26
5,98	41,73	66,7	6,98
5,98	41,53	45,9	6,94
3,50	18,58	76,8	5,31
3,43	19,53	»	5,63
2,23	10,73	»	4,81
2,23	8,77	»	3,93

On peut dire que la pression, au moment de la décomposition de l'acétylène, atteint, pour une pression initiale de :

Pression initiale en atmosphères absolues.			Pression au moment de la décomposition en atmosphères.
6 *atm*	la valeur maximum	de	45 *atm*
5	—	—	35
4	—	—	25
3	—	—	16,5
2,5	—	—	14,5

Les pressions maxima, dans les limites de pression initiale que nous admettons pour la fabrication du noir d'acétylène, sont donc comparables à celles que l'on constate dans les moteurs à gaz tonnant. Dans ces conditions l'explosion de l'acétylène dans des appareils de résistance convenable ne présente pas plus de danger que l'explosion des mélanges tonnants.

Nous n'atteignons jamais les pressions élevées sous lesquelles sont emmagasinés et transportés l'acide carbonique, le chlore, l'oxygène, l'hydrogène, gaz dont l'emploi est de plus en plus répandu dans le commerce. Nos réservoirs sont soumis à une pression bien moindre que celle des réservoirs des tramways à air comprimé, qui est de 80 *atm*.

En opérant avec de l'acétylène *seul* sous la pression de 4 *atm*, la pression dans nos cylindres résultant de la décomposition endothermique de ce gaz n'atteint pas une valeur supérieure à celle qui se produit dans les moteurs à gaz, à pétrole ou à essence et qui se répète à raison d'au moins 80 explosions par minute.

Comme d'autre part nous n'opérons pas avec de l'acétylène pur, mais avec de l'acétylène mélangé d'hydrogène, le mélange que nous employons est moins explosif et la pression finale au moment de la décomposition est moins élevée que si l'on opérait avec de l'acétylène pur auquel correspondent les valeurs maxima précédentes. Nous pouvons donc affirmer que la fabrication du noir d'acétylène est aussi simple et ne présente pas plus de dangers que la conduite des moteurs à gaz tonnant dont l'emploi est universel.

3° *Au point de vue de la production et de la vente du noir d'acétylène.* — Notre appareil industriel permettra de fabriquer de 100 000 à 150 000 *kg* de noir d'acétylène par an. Cette quantité est appelée à être d'un écoulement facile sur le marché.

En effet les emplois des noirs légers actuels sont très variés et considérables. Pour la France seulement on constate, d'après la statistique officielle des douanes de 1897, qu'il y a été importé 905 000 *kg* et qu'il en a été exporté 282 500 *kg*. La production totale relative à notre pays s'élève donc à plus de 1 180 000 *kg* par an. La majeure partie des noirs importés provient d'Allemagne, d'Espagne, de Belgique et des États-Unis. Il est impossible de donner des indications précises sur les diverses variétés introduites par ces différents pays, attendu qu'elles ne sont désignées par les douanes que par voie d'assimilation. Les noirs de fumée communs prédominent évidemment : mais les noirs légers de qualité supérieure interviennent encore, dans cette quantité totale de noirs consommés seulement en France, pour une proportion qu'on peut estimer au moins à 250 000 ou 300 000 *kg*.

Les essais du noir d'acétylène décrits ci-après montrent qu'il s'applique très bien à tous les emplois des noirs légers de bonne qualité dont les principaux sont : les encres typographiques et lithographiques, la gravure et la photogravure, les vernis et les laques, les cuirs, les cirages de luxe, les papiers peints, les couleurs, les impressions sur tissus, etc. Il n'est pas exagéré, par suite, en se fondant sur les appréciations de fabricants compétents, de compter sur une vente probable, tant en France qu'à l'étranger, des 100 000 *kg* de noir qu'il est facile de fabriquer, s'il est démontré que le prix de vente ne dépassera pas les prix des qualités de noirs correspondantes.

4° *Au point de vue du prix de revient.* — On a objecté que la fabrication du noir d'acétylène ne pouvait être assez économique

pour être rendue industrielle, et cela en raison, d'une part, du prix élevé du carbure et, d'autre part, de la valeur peu élevée du noir de fumée. Voici l'objection telle qu'elle figure dans les *Informations Techniques de la Société (Bulletin* de janvier 1900 — Deuxième quinzaine, d'après l'*Engineer* du 11 août 1899). « Le » noir de fumée vaut au plus de 50 à 75 *f* les 100 *kg*. Or le car- » bure de calcium contient environ 40 0/0 de son poids de » carbone. Si on admet le prix de 500 *f* la tonne, les 100 *kg* de » noir, en supposant l'utilisation complète, coûteront 125 *f* de » matière seule. Il faudrait donc des avantages bien extraordi- » naires pour faire passer sur cette énorme différence de prix. » Comme le dit le journal dont nous extrayons ce qui précède, » l'acétylène paraît jusqu'à nouvel ordre plus propre à produire » de la lumière que du noir. »

La fin de notre communication a pour but de démontrer que cette assertion part de données inexactes et qu'au contraire l'industrie naissante du noir d'acétylène et de ses dérivés est appelée à être au moins aussi fructueuse que celle de l'acétylène servant à l'éclairage.

Résultats des essais du Noir d'acétylène.

Nous avons déjà montré que le noir d'acétylène, par son mode de préparation, était supérieur aux autres noirs commerciaux. D'autre part, les avis des négociants les plus compétents, qui en ont fait l'essai, se résument ainsi :

Le noir d'acétylène est un noir nouveau, caractéristique et spécial ayant sa valeur propre.

Il a pour lui l'avenir d'un grand marché.

Voici les principaux essais qui ont conduit à ces conclusions :

Le noir d'acétylène est pur, noir avec une teinte légèrement bleutée, sec, privé de matières grasses, d'une ténuité et d'une légèreté extrêmes. Il se mêle en toutes proportions aux huiles, aux gommes, à la dextrine, à la colle et aux essences. Essayé au blanc de zinc dans les mêmes conditions que les autres noirs, il donne un gris argentin d'un ton absolument uniforme, tandis que les autres donnent un gris de ton inégal. Quand il a été mêlé avec de l'huile et qu'on applique le mélange sur un buvard, on trouve autour du centre noir une tache annulaire bien blanche.

Les peintures à l'huile faites avec ce noir ne laissent pas de grumeaux et s'étalent bien régulièrement. Elles sont d'un noir franc, onctueux, chaud à l'œil. Exposées à l'air, elles ne changent pas de ton et ne se craquèlent pas.

Les encres lithographiques fabriquées avec ce noir présentent les avantages suivants. L'encre couvre bien la pierre et ne l'encrasse pas, ce qui permet de tirer un plus grand nombre d'exemplaires et facilite le travail de l'ouvrier qui n'a pas à nettoyer sa pierre aussi souvent qu'avec les encres fabriquées avec les autres noirs. De plus, l'encre au noir d'acétylène se distribue mieux, les finesses et les détails viennent également mieux.

Le noir d'acétylène convient également bien pour les encres typographiques et présente l'avantage considérable de donner des encres *d'une composition régulière*, ce qu'il est très difficile d'obtenir avec les autres noirs. Il est employé avec avantage notamment pour l'impression des gravures et des vignettes. J'ai l'honneur de vous présenter quelques épreuves tirées avec une encre typographique au noir d'acétylène, en comparaison avec une encre fabriquée avec le meilleur noir de gaz de pétrole : vous constaterez que la comparaison est loin d'être au désavantage du noir d'acétylène, dont les épreuves sont moins lourdes et ne présentent pas la teinte jaune des autres.

En photogravure et en gravure, le noir d'acétylène présente également une réelle supériorité sur les autres noirs employés (noir léger pur, noir de Francfort, noir Bouju) : les épreuves sont très nettes ; tous les détails et les demi-teintes sont conservés. Les autres noirs donnent des tons plus lourds qu'il faut ensuite baisser au moyen de laque blanche. Le noir d'acétylène évite cet emploi : avec lui la photogravure se rapproche de la gravure.

Le noir d'acétylène préparé à l'eau est superbe et il s'applique naturellement à la photographie au charbon. Il en est de même de son emploi pour l'encre de Chine.

De même pour les cuirs, en particulier ceux de veaux vernis et cirés, où les qualités requises pour les noirs sont d'être de tout premier ordre. Ces noirs doivent être neutres, sans aucune trace de matières grasses, légers, pour se mêler en toute proportion à l'huile et y rester en mélange intime sans former de dépôt, ce qui arrive avec les noirs lourds ; enfin quand le noir sert à faire un apprêt fluide, ce qui est le cas pour le vernis, il doit être d'un noir franc. Or ces qualités, nous avons vu que le noir d'acétylène les possède au plus haut degré. En outre, pour les cuirs

de veau servant à l'exportation, le noir employé doit résister aux températures tropicales : c'est bien ce qui a été constaté avec les peintures au noir d'acétylène qui ne changent pas de ton et ne se craquèlent pas.

Le noir d'acétylène fait de très beaux cirages et remplace avantageusement le noir Bouju.

Pour les vernis gras, on en trouvera également un fort écoulement. Il en est de même pour les impressions sur tissus. Le noir d'acétylène est franchement noir, donne de très beaux gris-enlevage indigo et des gris-réserve sous noir d'aniline, tandis que le noir de fumée est trop roux et ne fournit que des bistres.

Enfin le noir d'acétylène s'applique bien à la fabrication des laques sèches, vu qu'ensuite il se délaye bien à l'eau à l'encontre du noir d'aniline.

VALEUR COMPARATIVE DES DIFFÉRENTS NOIRS.

Ainsi donc en parcourant la liste des plus importantes applications des noirs dans l'industrie, sans compter certaines applications spéciales pour lesquelles il est essayé actuellement, on voit que le noir d'acétylène est en mesure de rivaliser avantageusement avec les plus beaux noirs et qu'en raison de sa valeur propre il peut être payé le même prix.

C'est donc avec les noirs fins et non avec les noirs communs qu'il doit être comparé. Les prix de 0,50 *f* et de 0,75 *f* qu'indique l'*Engineer* s'appliquent aux noirs communs. Le tableau suivant donne les prix des différentes sortes de noirs relevés exactement.

Noir léger ordinaire . . .	0,65 *f* le kilogr.	par exemple pour peintures des voitures à voyageurs.
Noir léger fin	0,75 —	
Noir d'huile calcinée . . .	1,30 —	
Noir de pétrole d'Amérique	de 1,50 à 2 *f* —	
Noir de lampe calciné. . .	2,90 —	
Noir Bouju	3,00 —	
Noir de Francfort. . . .	de 2,40 à 6 *f* —	

Les noirs ci-dessus énoncés comportent différentes qualités dont le prix augmente avec le nombre de calcinations qu'ils ont subies.

Nous avons vu que le noir d'acétylène a une valeur au moins égale à celle des plus beaux noirs de gaz de pétrole d'Amérique, qu'il remplace avantageusement le noir Bouju et rivalise avec le noir de Francfort. Son prix de vente ne doit donc pas être au-

dessous des autres et, en le fixant à 2 *f* le kilogramme, nous croyons rester plutôt dans une limite inférieure. Nous montrerons plus loin que ce prix de 2 *f* pourrait ne pas être la limite réellement inférieure à laquelle on puisse descendre sans que l'exploitation du noir d'acétylène cesse d'être fructueuse.

Évaluation du prix de revient du Noir d'acétylène.

Le prix de vente moyen étant ainsi fixé à 2 *f*, examinons le prix de revient du noir d'acétylène.

Matière première. — Ce prix de revient dépend essentiellement du prix d'achat du carbure de calcium.

Tout d'abord nous posons en principe que ce serait une erreur économique de fabriquer le noir d'acétylène en dehors d'une usine de carbure de calcium. Ainsi que nous l'avons indiqué au début de cette communication, cette fabrication doit être solidaire de l'usine de carbure et annexée à elle. Deux raisons essentielles l'exigent. C'est d'abord la possibilité d'utiliser *sur place* les résidus, les poussiers et, en général, les carbures de rendement inférieur au rendement normal, ce qui permet de réserver pour l'éclairage à l'acétylène les carbures à haut rendement et d'affirmer ainsi une marque de fabrication supérieure. Ensuite ce sont les tarifs élevés de transport du carbure de calcium; il serait peu économique de faire venir à grands frais, des usines des Alpes et du Jura, le carbure pour le transformer en noir d'acétylène à Paris.

Dans ces conditions, le prix de 500 *f* la tonne admis dans l'article précité est exagéré, puisqu'il comprend le prix de vente et le prix de transport du carbure et il convient de baser le prix de revient du noir sur celui du carbure pris à l'usine.

Le prix de revient de la tonne de carbure est l'objet d'appréciations très diverses. Il dépend, toutes choses égales d'ailleurs, surtout du rendement des fours électriques. Dans certaines usines, on n'obtient pas plus de 2,400 *kg* de carbure par cheval-jour; d'autres obtiennent 3 *kg* et plusieurs affirment réaliser 3,33 *kg*. Il en résulte des différences importantes dans les prix de revient.

Ainsi, dans les usines dont le rendement est de 2,4 *kg* de carbure par cheval-jour, la tonne revient à 275 *f*. Pour la même

énergie dépensée, une augmentation de rendement correspond à une réduction de prix qui n'est pas moins de 25 0/0 pour un rendement de 3 *kg* et de 38 0/0 pour un rendement de 3,33 *kg* au lieu de 2,4 *kg*. Le prix de la tonne ressort ainsi aux environs de 210 *f* dans le premier cas et de 180 *f* dans le second. Du reste, certains constructeurs d'usines et de fours électriques garantissent un prix de revient de 200 *f*. Afin d'être plus sûr de ne pas nous éloigner de la vérité, nous admettrons pour la tonne de carbure un prix moyen de 250 *f*.

Nous supposons pour le moment que le carbure employé est de même qualité que celui qui sert à l'éclairage, c'est-à-dire rend 290 *l* d'acétylène au kilogramme. Il en faut donc 3,4 *kg* pour produire 1 m^3 de gaz. Comme, avec notre procédé, 1 m^3 d'acétylène donne 1 *kg* de noir, ce dernier reviendra avec du carbure au prix de 250 *f*, à :

$$3{,}4\ kg \times 0{,}25 = 0{,}85 f.$$

Ce prix s'abaisserait à 0,68 *f* si on arrivait à produire couramment le carbure à raison de 200 *f* la tonne:

2° *Amortissement et entretien de l'installation.* — L'installation nécessaire à la production de 100000 *kg* de noir d'acétylène doit comprendre :

Un générateur d'acétylène avec gazomètre capable de donner par jour 350 m^3 de gaz;

Une pompe;

Un moteur actionnant cette pompe et manœuvré soit électriquement par une dérivation du courant de l'usine, soit au besoin par le gaz hydrogène obtenu sans frais;

Un accumulateur où l'acétylène est comprimé par la pompe pour être envoyé ensuite dans l'appareil à noir d'acétylène. Cet accumulateur est du type de ceux qu'emploie la Société de l'Acétylène dissous, c'est-à-dire qu'il est formé intérieurement de briquettes imbibées d'acétone, de manière à rendre la compression de l'acétylène jusqu'à 10 *atm* absolument sans danger, ainsi que l'a démontré M. Vieille dans son rapport à la Commission d'hygiène;

Un appareil producteur de noir d'acétylène;

Enfin les canalisations, les récipients de noir et le gazomètre à hydrogène.

Nous estimons que cette installation nécessite une première mise de fonds d'au plus 50 000 *f*.

L'amortissement et l'entretien de cette installation, comptés à 12,5 0/0 par an, représentent une somme annuelle de 6 250 *f* qui, répartie sur 100 000 *kg* de noir, donne, par kilogramme : *0,0625 f*.

3° *Main-d'œuvre et frais généraux.* — Il suffira de cinq ouvriers pour assurer le travail dont quatre manœuvres et un ouvrier chef.

4 manœuvres à 90 *f* par mois	4 320 *f*
1 ouvrier chef à 150 *f* par mois . . .	1 800
TOTAL	6 120 *f*

Les frais généraux seront très faibles, étant donné que, la fabrication du noir d'acétylène étant annexée à celle du carbure de calcium, il n'en résultera pour les bureaux de l'usine qu'un léger surcroît de travail. Nous les comptons néanmoins à raison de 60 0/0 de la main-d'œuvre, soit $\frac{60}{100} \times 6\,120 = 3\,680$ *f*.

Les frais généraux et la main-d'œuvre se monteront ainsi à 9 800 *f*, c'est-à-dire par kilogramme de noir à $\frac{9\,800}{100\,000} = 0{,}098$ *f*:

4° *Emballages.* — Les emballages se font par fûts de 20 *kg* net, coûtant 1,50 *f* et, par suite, reviennent par kilogramme à 0,075 *f*.

En résumé :

Le prix de revient du kilogramme de noir d'acétylène s'établit ainsi :

Carbure de calcium.	0,8500 *f*
Amortissement et entretien de l'installation.	0,0625
Main-d'œuvre et frais généraux.	0,0980
Emballages.	0,0750
TOTAL.	1,0855 *f*

Ce prix de revient ne dépassera donc pas 1,10 *f* par kilogramme.

Il s'établirait à 0,915 *f* avec du carbure à 200 *f*.

Bénéfice net.

La vente du noir d'acétylène ayant été estimée à un prix moyen de 2 *f* le kilogramme. doit, par suite, laisser sur le prix de revient un bénéfice net de :

$$2 - 1{,}10 = 0{,}90\ f \text{ par kilogramme.}$$

Soit, pour une production de 100 000 *kg* de noir d'acétylène, un bénéfice net de 90 000 *f*.

L'usine a, pour cette fabrication du noir, employé 340 *t* de carbure à rendement normal. Elle réalise donc, en vendant à l'état de noir d'acétylène ce carbure qui lui coûte 250 *f*. un bénéfice net par tonne égal à :

$$\frac{90\,000}{340} = 265\ f.$$

C'est comme si elle vendait la tonne de carbure :

$$250 + 265 = 515\ f.$$

Actuellement, ce même carbure, pris à l'usine, est vendu, pour l'éclairage à l'acétylène, à un prix qui ne dépasse pas beaucoup 350 *f*. Avec notre mode d'utilisation, l'usine, au lieu de gagner 100 *f* par tonne, en gagnera 265.

On arrive donc à la conclusion suivante absolument contraire aux assertions que nous avons citées :

Il est plus avantageux de transformer sur place le carbure de calcium en noir d'acétylène que de le vendre directement aux consommateurs pour produire l'éclairage à l'acétylène.

On peut se demander à quel prix le noir d'acétylène devrait être vendu si, en le fabriquant, l'usine voulait se contenter d'un bénéfice net de 100 et même de 150 *f* par tonne de carbure, correspondant à celui que lui doit donner la vente du carbure servant à l'éclairage.

1 *t* de carbure à rendement normal produit 290 *kg* de noir d'acétylène. Par suite, le bénéfice par tonne de carbure, réparti sur ces 290 *kg* de noir, correspond :

Pour un bénéfice sur le carbure.	A un bénéfice par kilogr. de noir.
De 150 *f*	De 0,51 *f*
De 100	De 0,34

Il suffirait de vendre le kilogramme de noir d'acétylène :

Dans le premier cas : $1{,}10 + 0{,}51 = 1{,}61\ f$
— second — $1{,}10 + 0{,}34 = 1{,}44$

Ainsi donc, avec du carbure coûtant 250 *f* la tonne, l'usine, même en vendant le noir d'acétylène à raison de 1,50 *f* seulement le kilogramme, aurait encore avantage à s'en annexer la fabrication, puisqu'elle ne gagnerait pas moins qu'en vendant le carbure directement aux consommateurs.

Si le carbure était produit à 200 au lieu de 250 *f*, et ce sera à une date prochaine le prix de revient régulier, le prix du noir pourrait baisser jusqu'à 1,30 *f*, sans que sa fabrication cessât d'être rémunératrice.

En tout cas, ainsi que nous l'avons montré, en raison des cours des autres noirs auxquels le noir d'acétylène est comparable, ce serait en déprécier la valeur de vendre ce nouveau noir à un prix moyen inférieur à 2 *f* le kilogramme.

La fabrication du noir d'acétylène est donc bien une opération industrielle fructueuse. Nous n'avons cependant envisagé jusqu'à présent que le bénéfice donné par la vente du noir seul, et il nous reste à examiner les bénéfices qui résulteront de l'utilisation des sous-produits et qui s'ajouteront au précédent.

Utilisation des sous-produits.

1° *Utilisation des résidus et des déchets du carbure de calcium.* — La fabrication du carbure de calcium comporte d'assez nombreux déchets, qu'elle se fasse au four continu ou au four intermittent. Avec le four continu, on peut obtenir des coulées de carbure dont le rendement est inférieur à 265 *l* d'acétylène, limite au-dessous de laquelle l'Union allemande de l'Acétylène vient de décider que le carbure pourra être refusé. Au four intermittent, le bloc de carbure est recouvert d'une couche de scories contenant encore, avec de la chaux et du coke, une proportion de carbure de calcium assez notable; on réemploie, il est vrai, dans les charges ultérieures des fours, ces scories avec les portions du mélange non converties, mais on perd ainsi le prix du travail qu'a nécessité la formation du carbure de calcium qu'elles contiennent. En outre, quel que soit le mode de fabrication, le carbure de calcium doit ensuite toujours être livré en morceaux

de la grosseur du poing ou d'une noisette, et pour cela être soumis à des concassages et broyages qui donnent lieu à de nombreux fragments et à des poussières. Or, un carbure de première qualité doit être autant que possible emballé exempt de poussières et ne doit, au moment de la réception, renfermer que celles provenant du transport.

Il y a donc, en fait, dans les usines, une quantité notable de carbure dont la fabrication a coûté une dépense inutile. On peut en utiliser une partie en le vendant avec le carbure à rendement normal, ce qui diminue alors la qualité du carbure livré aux consommateurs, et on est obligé de repasser la plus grande partie au four électrique, c'est-à-dire avec une nouvelle dépense d'énergie. Ces déchets ne peuvent, du reste, être gardés longtemps sans emploi, en raison de la décomposition rapide du carbure sous l'action de l'humidité.

Avec notre procédé, ces déchets sont immédiatement transformés sur place en noir d'acétylène et moyennant des frais de transformation minimes sont convertis en un produit marchand valant plus de 1,50 *f* le kilogramme.

A titre d'exemple, supposons que les déchets d'usine s'élèvent à 12 0/0 soit à 360 *t* pour une production totale de 3 000 *t* de carbure et admettons qu'ils renferment du carbure rendant en moyenne seulement 100 *l* d'acétylène par kilogramme, ces 360 *t* de déchets qui autrement auraient été inutilisés seront capables de donner 36 000 m^3 de gaz et de produire 36 000 *kg* de noir en même temps que 36 000 m^3 d'hydrogène. La valeur de ces déchets est pour ainsi dire nulle : en tout cas, quoi qu'on veuille la chiffrer, elle ne sera jamais comparable à la valeur marchande des 36 000 *kg* de noir d'acétylène.

En outre les 2 640 *t* de carbure restantes auront un rendement minimum qui pourra être garanti par kilogramme à 300 *l* d'acétylène à 0° C. Elles prendront une plus-value appréciable qui, étant seulement de 10 *f* par tonne, donnera encore plus de 25 000 *f* de recettes supplémentaires.

En résumé, l'adoption de notre procédé pour l'utilisation des résidus de carbure permet de supprimer la dépense d'énergie qu'il faut pour les retraiter au four électrique, transforme ces déchets, de valeur à peu près nulle, en un produit d'une réelle valeur commerciale et assure à l'usine une marque de fabrication supérieure par la vente de son carbure absolument garanti de première qualité.

2° *Réutilisation de la chaux.* — Nous ne citerons que pour mémoire la possibilité de réutiliser la chaux résultant de la décomposition du carbure de calcium ; il s'en forme 87,5 0/0 de la quantité de carbure employé, mais à l'état d'hydrate.

Cette chaux, recueillie dans des bassins de décantation, pourrait être facilement régénérée à l'état de chaux vive en la chauffant avec l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acétylène et qui ne coûte rien. On récupérerait ainsi 300 *t* de chaux vive pour 340 *t* de carbure employé, au cas où la chaux amenée à pied d'œuvre reviendrait à un prix assez élevé pour qu'il y eût intérêt à le voir diminué. Avec un prix de 25 *f* la tonne, on économiserait 7 500 *f*.

Utilisation des carbures alcalino-terreux autres que le carbure de calcium. — Si la chaux hydratée laissée comme résidu de la fabrication de l'acétylène au moyen du carbure de calcium n'a qu'une valeur négligeable, il n'en sera plus de même des résidus qu'on obtiendra en se servant des autres carbures alcalino-terreux.

M. Moissan a montré qu'on pouvait aussi facilement fabriquer au four électrique du carbure de baryum et du carbure de strontium par l'action de l'arc sur un mélange de charbon et de carbonate de baryte ou de strontiane. Ces deux carbures donnent aussi à froid, par la réaction de l'eau, de l'acétylène pur et, en outre, des oxydes, baryte et strontiane, d'une grande valeur commerciale.

$$BaC^2 + H^2O = BaO + C^2H^2$$
$$StC^2 + H^2O = StO + C^2H^2$$

Ces deux carbures n'ont jusqu'à présent reçu encore aucune application industrielle ; les gisements de minerais de baryte et de strontiane étant bien moins répandus que ceux de carbonate de chaux, c'est le carbure de calcium qui a été fabriqué exclusivement jusqu'ici pour la production de l'acétylène servant à l'éclairage, par suite du prix peu élevé des matières premières et du peu d'intérêt qu'il y a à garder le résidu de chaux.

Il en est autrement du moment qu'on utilise l'acétylène *dans l'usine même de carbure*, comme notre procédé a pour but de le faire. Dans ces conditions la production du noir d'acétylène et de ses dérivés s'associe à la fabrication de la baryte et de la strontiane et le rendement industriel est ainsi intégralement réalisé.

Prenons comme exemple la baryte : ses emplois sont nombreux ; nous ne citerons que celui de la préparation de l'oxygène

par le procédé Brin et celui de l'hydrate de baryte cristallisé, $BaO + 9H^2O$, en sucrerie. Les fabriques de sucre en consomment de 1,5 à 2 kilos par tonne de betteraves : une fabrique qui travaille 20 millions de kilogrammes de betteraves par an emploierait donc de 30 à 40 *t* de cet hydrate cristallisé.

Or 1 *t* de carbure de baryum permet d'obtenir 950 *kg* de baryte anhydre ou près de 2 *t* (1,954 *t*) d'hydrate cristallisé et 138 *kg* de noir d'acétylène. La vente du noir paierait la presque totalité du prix de revient de la tonne de carbure et les 2 *t* de baryte cristallisée seraient à peu près tout bénéfice; actuellement, cette baryte hydratée vaut de 250 à 280 *f* la tonne. On peut donc espérer réaliser de plus grands avantages industriels en transformant le carbonate de baryum en carbure et celui-ci en baryte et en noir d'acétylène qu'en continuant à employer les procédés actuels de fabrication de la baryte.

4° *Utilisation de l'hydrogène.* — Nous avons constaté que le volume d'hydrogène recueilli après la décomposition en vase clos de l'acétylène était égal au volume de ce gaz; en même temps qu'on obtient 100 000 *kg* de noir on recueille 100 000 m^3 d'hydrogène.

Cet hydrogène, sous-produit de la fabrication du noir, a un prix de revient nul et peut se vendre par suite à un prix inférieur à celui qui a été atteint jusqu'à ce jour. On le vendra avec profit tout comprimé à raison de 0,40 *f* le mètre cube : en en déduisant les frais de compression qui se monteront au maximum à 0,10 *f*, on en tirera donc par mètre cube un bénéfice de 0,30 *f*. En tenant compte de l'hydrogène qui est utilisé dans la réaction de décomposition de l'acétylène, il nous reste 75 000 m^3 d'hydrogène disponibles qui, vendus, représenteraient un bénéfice de $75\,000 \times 0{,}30\ f = 22\,500\ f$.

Jusqu'à ce jour les emplois industriels de l'hydrogène avaient été des plus restreints en raison de son prix de production trop élevé. Préparé au moyen du fer et de l'acide sulfurique, il coûte plus de 2 *f* le mètre cube. Mais, préparé au moyen de l'électrolyse de l'eau, son prix de revient s'abaisse à 0,54 *f* le mètre cube et le prix de vente est de 0,80 *f*.

Grâce à cette diminution considérable, l'application de l'hydrogène à l'aérostation militaire est devenue générale dans les principaux pays civilisés. On le transporte comprimé dans des cylindres en acier sous une pression de 150 à 200 atmosphères. Ces

tubes, qui pèsent une trentaine de kilogrammes, ont une longueur d'un peu plus de 2 *m* et un diamètre d'environ 0,12 *m*. Ils contiennent chacun un volume variant de 5 à 5,4 m^3. Les parcs aérostatiques, en Allemagne, notamment, comprennent deux ballons captifs, douze voitures à gaz contenant chacune vingt cylindres, deux chariots de matériel et un chariot-treuil. Chaque ballon a une capacité de 600 m^3 environ. Il faut six voitures à gaz pour le gonfler et l'opération dure de 20 à 25 minutes. Aussitôt vidées, les voitures vont se réapprovisionner auprès de la *colonne de gaz* qui marche avec les sections de munitions en tête des convois.

En France on emploie également les voitures à hydrogène comprimé : elles sont dues au commandant Renard de Chalais-Meudon. Dans la campagne Sud-Africaine actuelle, les Anglais emploient avec succès les ballons militaires gonflés à l'hydrogène.

D'après les données précédentes, on voit que le gonflement de deux ballons exige, pour deux ascensions, 2 400 m^3 de gaz qui coûtent, rien que comme prix du gaz, $2\,400 \times 0{,}80\,f = 1\,920\,f$. Avec l'hydrogène préparé par notre procédé, ce volume de gaz coûterait moitié moins cher, soit seulement 960 *f*.

L'hydrogène à bon marché recevra également des applications importantes pour le chauffage dans toutes les industries qui emploient le chalumeau à gaz et qui ont besoin de chauffer les pièces dans une atmosphère de gaz pur.

Il est enfin une autre application qui peut, dans un avenir prochain, prendre un développement considérable, si les premiers essais déjà faits se confirment industriellement. Ce sont les accumulateurs électriques à gaz oxygène et hydrogène comprimés qui, dès que leur réalisation sera devenue pratique, remplaceront les accumulateurs au plomb, si encombrants, si coûteux d'entretien et dont néanmoins l'emploi est général dans toutes les branches de l'industrie électrique.

L'hydrogène à bas prix, telle est la condition essentielle pour que les applications diverses de ce gaz prennent tout le développement qu'elles comportent. Notre procédé, où l'hydrogène est un sous-produit, donne la solution la plus simple de ce problème.

Résumé.

Notre procédé de fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés par la décomposition de l'acétylène en vase clos est un

procédé industriel nouveau qui, appliqué dans une usine de carbure, permet :

1° D'obtenir sans pertes un noir commercial de valeur au moins égale à celle des plus beaux noirs déjà connus;

2° D'utiliser sur place les résidus et déchets des carbures de calcium et d'assurer ainsi aux usines une marque de fabrication supérieure, les carbures vendus pouvant être absolument garantis de première qualité;

3° De réaliser par la transformation sur place des carbures de calcium à l'état de tout-venants un bénéfice au moins égal à celui que donne la vente directe de ces carbures pour l'éclairage à l'acétylène;

4° D'utiliser les autres carbures alcalino-terreux, notamment le carbure de baryum, qui n'ont encore reçu aucune application industrielle : la fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés payant à peu près les frais de fabrication du carbure et le résidu, le baryte, dont l'importance commerciale est considérable, pouvant être obtenu à un prix de revient inférieur au prix de revient actuel.

5° D'obtenir comme sous-produits des corps de valeur commerciale importante et notamment de l'hydrogène en résolvant ainsi le problème de la production de ce gaz à bon marché, son prix de vente pouvant être bien inférieur à ceux auxquels on peut arriver par les autres procédés même les plus récents.

Pour ces diverses raisons, la fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés est destinée à prendre, dans un avenir prochain, un grand développement industriel. Elle est appelée à suivre les progrès de l'industrie des carbures alcalino-terreux, de même que l'industrie si florissante du noir de pétrole a suivi celle des pétroles d'Amérique.

J'ai cru bien faire, Messieurs, d'apporter à la Société les premiers résultats de mes recherches sur le noir d'acétylène et ses dérivés : ils permettront peut-être de développer en France. plus qu'elle ne l'a été jusqu'à ce jour, une branche importante de l'industrie chimique.

NOTE

SUR

LA MÉTALLURGIE DU PLOMB

DANS LA PROVINCE DE MURCIE (ESPAGNE)

PAR

M. P. JANNETTAZ

Parmi les nombreux minerais que renferme l'Espagne, ceux de plomb ont une importance spéciale. Ainsi, d'après l'intéressante étude qu'a publiée dernièrement, dans la *Revista Minera y Metallurgica*, dont il est le Directeur, M. Adrian Contreras, la production du plomb en Espagne, pour l'année 1899, a été de 184 007 *t*, celle des États-Unis étant, pour cette même année, de 193 236 *t*.

Les mines de plomb les plus importantes sont dans les districts de Jaen (Linarès, la Carolina), de Cordoue, de Ciudad-Real, de Badajoz (Azuaga, Castuera, etc.), de Murcie (Aguilas, Carthagène, la Union, Mazarron).

Cette note se bornera à l'étude de la métallurgie du plomb dans la province de Murcie.

Le nombre des fonderies dans cette province est élevé; il est de vingt-quatre. Les usines sont voisines des mines, dans la Sierra de Carthagène (Carthagène, la Union); cependant les deux plus importantes sont à une certaine distance des mines et sur le bord de la mer; ce sont celle de la Compagnie française des Mines et usines d'Escombrera-Bleiberg et celle de la Compagnie métallurgique de Mazarron à Puerto de Mazarron. Cette dernière, dont l'installation est beaucoup plus récente que les autres, est considérable.

Nous avons trouvé dans ces usines, aussi bien que dans les mines, un accueil plein de libéralité de la part des propriétaires et des directeurs, et nous devons remercier MM. Endhoven, Jéquier, Greiff et Wandosell, ainsi que M. l'Ingénieur des Mines Moncada, qui nous ont fourni une série de renseignements détaillés dont nous ne présentons ici que le résumé d'ensemble.

Nous remercierons aussi tout spécialement le personnel dirigeant de deux grandes Compagnies françaises, d'une part, notre Collègue, M. Gottereau, Administrateur-délégué de la Compa-

gnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleiberg et, d'autre part, M. Pütz, Directeur général de la Compagnie d'Aguilas et M. Homédès, Ingénieur en chef des mines de cette Compagnie à Mazarron.

Caractères spéciaux de la région de Carthagène. — Le massif montagneux qui s'étend à l'est de Carthagène est très minéralisé. Sa nature géologique est incomplètement connue et il est bien vrai, comme le dit notre Collègue, M. Czyszowski, dans son ouvrage sur *les Venues métallifères de l'Espagne* que : « l'Ingénieur qui a visité la Sierra de Carthagène est surpris de voir une région si importante, depuis si longtemps exploitée, si peu étudiée et décrite. »

Un sujet d'étonnement d'un autre ordre, mais non moins grand, est la multiplicité des puits qui ont été creusés dans toute la région; cela tient au nombre des concessions qui sont peu étendues en général, mais très nombreuses.

Il faut encore citer comme particulier le mode de transport des minerais à dos de mules.

Les mines sont exploitées soit par les propriétaires, soit *à partido*. Les exploitations de cette dernière catégorie sont faites par des petites associations de mineurs qui travaillent à leur compte et paient au propriétaire, sur le minerai qu'ils ont extrait, un tantième déterminé. Ils travaillent dans des conditions de grande économie, ce qui leur permet de s'attaquer à des gîtes peu riches, mais, d'autre part, ils ne se préoccupent nullement d'assurer l'avenir des mines.

La dissémination du travail, que le système à partido produit dans les mines, se poursuit dans les laveries et dans les fonderies.

Les laveries sont simples et souvent sans moteur; elles comprennent seulement des *jigs*, des caissons allemands et de petites tables auxquelles le mouvement est fourni par des gamins ou par des mulets.

Les ouvriers ont une très grande habileté pour se servir du jig; ils y passent à un grand nombre de reprises le minerai, ce qui est possible à cause du bas prix de la main-d'œuvre. D'ailleurs, on arrive ainsi à des résultats excellents et les tentatives qui ont été faites pour substituer des appareils mécaniques perfectionnés à ces appareils simples n'ont pas réussi.

Il est vrai que les conditions de vente des minerais sont spéciales; on ne se préoccupe pas de la teneur en zinc.

La formule type de vente est la suivante :

$$P = M + \frac{N\,(x - 5)}{100} - D,$$

où P est le prix du quintal du minerai;

M la valeur de l'argent diminuée d'une demi-once;

N le prix du quintal de plomb;

x la teneur du minerai en plomb;

D une somme qui représente les frais de transport et de fonderie; (le quintal vaut 46 *kg* et l'once 28,15 *g*).

Comme autre particularité, il reste encore à signaler l'emploi d'un silicate de fer plombifère, abondant dans la Sierra et ayant une teneur très variable en plomb; lorsque celle-ci n'atteint que quelques pour cent, elle n'entre pas en ligne de compte dans les calculs du lit de fusion, dont elle augmente cependant la teneur; il en résulte une élévation apparente du rendement.

Traitement métallurgique. — Le traitement des minerais comprend, d'une façon générale, dans les différentes usines, le grillage de la galène et ensuite la réduction; ces opérations sont pratiquées comme dans les autres pays, la première dans des fours à réverbère, la deuxième dans des fours à cuve.

Grillage des minerais. — Les fours de grillage sont tous du même type: ce sont des fours à réverbère à marche continue et à voûte peu élevée au-dessus de la sole.

Leur longueur moyenne est de 12 à 14 *m.*; elle est parfois plus grande; chacune de leurs faces latérales est munie d'au moins sept portes de travail. La largeur des fours varie de 3 à 4 *m.*

On y passe par 24 heures 5,5 à 6 *t* de minerai, dont la teneur est de 50 à 55 0/0 et plus; la calcination élève cette teneur d'environ 5 unités.

La dépense de charbon est de 16 à 18 0/0 du poids du minerai.

Les petites fonderies ont en général 4 fours de grillage; les plus importantes 8 ou 10; la grande usine de Puerto de Mazarron a 22 fours de grillage. Les premiers construits ont 14 *m* de long et 3 *m* de large et 8 portes de travail, plus une porte de chargement. Les autres ont 16 *m* de long et 3,50 *m* de large avec neuf portes de travail et une porte de chargement.

Fusion réductrice. — La particularité de la fusion dans la région de Carthagène a longtemps consisté dans l'emploi des fours dits atmosphériques ou à grand tirage, inventés en 1846 par Juan Martin Delgado. C'étaient de petits fours où, comme dans les fours à manche, la porte de chargement était à une faible hauteur au-dessus des tuyères; mais le nombre de celles-ci était assez élevé; il atteignait six à sept.

Le creuset était garni de brasque et présentait une petite cavité où se rassemblait le plomb; les scories coulaient par une ouverture placée peu au-dessous des tuyères. Ces fours étaient constitués par une paroi en terre réfractaire, maintenue par une carcasse en fer; ils se terminaient en haut par une voûte hémisphérique aboutissant aux galeries des fumées. Les fours actuels diffèrent beaucoup des précédents au point de vue du tirage; en effet, ils sont tous soufflés, mais ils sont restés tout à fait semblables aux fours à tirage naturel dans leur mode de construction et même dans leurs dimensions, quoiqu'ils se fassent de plus en plus grands.

On conçoit qu'on ait conservé le premier mode de construction qui est logique et simple et se retrouve dans les fours actuels les plus perfectionnés, c'est-à-dire la division en deux parties: l'une, supérieure, soutenue par une carcasse ou des piliers en fer, et indépendante de la partie inférieure qui peut par suite être réparée facilement.

Les fours ont d'ordinaire une hauteur de 4 à 5 *m*; le diamètre aux tuyères est de 1,45 *m* à 1,60 *m* et même 2 *m*. Le nombre des tuyères est de 4 ou 5, quelquefois 6.

La pression du vent est en général faible: elle varie entre 11 et 15 *cm* d'eau.

Le lit de fusion présente beaucoup d'analogie dans les diverses usines; en voici un type: 4 à 500 parties de minerai grillé contenant 60 0/0 et plus de plomb; 200 parties de minerai de fer siliceux contenant 1 à 2 0/0 de plomb, 100 parties de calcaire et 200 à 400 parties qui sont composées: de scories contenant 1 0/0 et plus de plomb, de fumées de condensation et de minerai siliceux plombifère contenant 6 0/0 et plus de plomb. Le lit de fusion ainsi constitué a une teneur en plomb d'environ 30 0/0. La dépense de coke est de 12 à 15 0/0 du lit de fusion. La production de ces fours, en plomb par 24 heures, varie beaucoup dans les différentes usines; c'est ainsi que, dans l'une d'elles, elle ne dépasse pas 5 à 6 *t*; dans d'autres, elle

atteindrait 10 et même 12 *t*. Il est vrai que dans les fours de celles-ci, le diamètre des tuyères atteint le chiffre qui a été donné plus haut comme maximum, soit 2,10 *m*.

Comme mode de travail on peut citer cet exemple : on charge le lit de fusion toutes les deux heures; on coule les scories d'une façon continue et le plomb toutes les six heures.

Le chargement du four par une porte latérale, située au-dessous de la voûte par où s'en vont les fumées présente de graves inconvénients; il se dégage par cette porte des vapeurs plombeuses et les ouvriers sont obligés de prendre des jours de repos fréquents, pour résister aux terribles effets de l'intoxication saturnine.

Un fait curieux, dans certaines usines, est l'opération de nettoyage qui se fait toutes les 24 heures. Les ouvriers cessent dans la nuit de mettre de nouvelles charges, de façon qu'au matin le four est à peu près vide; on en nettoie alors la cuve et le creuset, puis on le charge à nouveau, de sorte que ces fours à cuve sont en réalité à marche discontinue.

Bien différente est la marche de la fusion dans l'usine de Puerto de Mazarron; celle-ci possède trois fours Pilz de 7 *m* de hauteur et un autre du même type, mais plus haut; il a, en effet, 10 *m*; le nombre de ses tuyères est de 16 et il est question de le doubler par l'addition d'une seconde ceinture de tuyères au-dessus de la première. Il y a trois ans nous avons eu l'occasion de voir une semblable disposition, toute récente alors, aux usines de Freiberg.

Les waterjackets des fours précédents sont, suivant le mode ordinaire de construction des fours Pilz, formés de plusieurs panneaux en fonte; l'eau s'écoule à la partie supérieure en déversoir, disposition qui enlève toute crainte d'accident dû à la formation de vapeur.

Outre ces fours l'usine de Puerto de Mazarron en a monté un autre, celui-là, à section rectangulaire, du type américain; il a 7 tuyères sur chacun des grands côtés et 1 tuyère sur chacun des petits, soit au total 14 tuyères. La production de ce four est beaucoup plus considérable que celle des fours circulaires de même volume: 22 *t* de plomb au lieu de 16 par 24 heures.

Une particularité est à noter : les waterjackets sont alimentés avec de l'eau de mer; rappelons qu'il en est de même pour les fours à mattes cuivreuses du Boléo. Comme on le comprend facilement, la circulation dans ces waterjackets est très rapide

pour que l'eau ne s'échauffe que très peu et ne laisse pas déposer de sels.

Désargentation. — Les fonderies de cette région produisent le plomb brut en saumons; la plus grande partie en est expédiée aux usines de désargentation de l'étranger.

Mais une partie en est traitée sur place. Nous avons visité l'usine de Santa-Lucia, aux portes de Carthagène. On y opère suivant le procédé le plus répandu : affinage du plomb; zingage; distillation de l'alliage triple, plomb — argent — zinc, dans des creusets en graphite; affinage du plomb zincifère au four à réverbère. Nous avons vu une autre usine du même type, appartenant à la belle fonderie de San-Luis à Linarès et où l'on opère la fusion des minerais, qui sont à très haute teneur, par la méthode de grillage et réaction (1).

Condensation. — La configuration du pays, formée le long de la côte méditerranéenne, d'une série de collines où se trouvent les mines, se prêtait bien à l'installation des fours à tirage naturel et cela explique le développement qu'ils ont pris, à l'époque où les appareils mécaniques étaient peu répandus. Les fonderies se sont donc installées au pied ou au flanc de ces collines; de chaque four partait une galerie montant le long de la pente jusqu'à une hauteur telle que la différence de niveau produise le tirage; il suffisait alors d'une petite cheminée pour diriger les gaz et les répartir au-dessus du sol.

Ces galeries constituaient tout naturellement des galeries de condensation, et au fur et à mesure que l'on a cherché à améliorer le rendement des fours, on a allongé la galerie de condensation, soit en reportant la cheminée en un point plus élevé, soit en faisant serpenter les gaz en zig-zag sur le flanc de la colline; ceci est d'autant plus facile que ces collines sont stériles. Aussi la plupart des systèmes de condensation sont-ils formés sans chambres et sans appareils, de simples galeries, qu'on se contente d'allonger le plus possible. Celles qui ont plusieurs kilomètres ne sont pas rares; celle de l'usine de Puerto de Mazarron a 5 *km*.

Cependant certaines usines se sont préoccupées de recourir aux chambres de condensation proprement dites, qui, par la

(1) Les galènes de la région de Linarès sont, en effet, très pures; on les traite aussi par grillage et réaction à l'usine de la Cruz; à l'usine de la Tortilla, on emploie la méthode écossaise. Ces fonderies pratiquent également la désargentation, la première par le procédé Luce et Rozan, la seconde par le pattinsonage.

différence de vitesse et les remous qu'elles produisent, facilitent beaucoup la précipitation des particules solides. Une installation particulièrement intéressante est celle qu'a faite du système employé antérieurement à Ems, M. Moncada, dont nous avons eu plus haut déjà l'occasion de citer le nom. Ce système consiste dans l'emploi de chambres où l'on établit une série de tôles parallèles au courant gazeux. Le frottement qu'elles produisent est considérable à cause de leur grande surface et active beaucoup la précipitation. L'inconvénient de ce dispositif est l'attaque des tôles.

Quant à la condensation par voie humide, elle n'est pas employée dans cette région. Il y a à cela, pour un grand nombre de fonderies, une raison primordiale : c'est le manque d'eau. Signalons en passant que cette même raison nuit au développement de l'emploi des waterjackets.

La condensation par voie humide a d'ailleurs un inconvénient, celui de refroidir tellement les gaz qu'il faut produire un tirage artificiel au moyen d'un ventilateur. Il est vrai que dans bien des cas l'emploi d'un ventilateur présenterait des avantages au point de vue de l'hygiène, en empêchant le refoulement des gaz du fourneau à la porte de chargement de celui-ci.

Quant à la quantité de plomb perdu, elle est très difficile à connaître. En effet, les usines peuvent facilement, même sans recourir au laboratoire, établir un rendement d'après la quantité de plomb acheté et vendu, mais, comme on l'a vu plus haut, les usines emploient comme fondants des minerais de fer contenant du plomb qui, dans bien des cas, n'entre pas en ligne de compte dans le calcul du lit de fusion. Ainsi s'expliquent les rendements magnifiques — parfois supérieurs à l'unité, au moins pour l'argent, — que certains fondeurs ne craignent pas d'annoncer.

Conclusion. — On se rend facilement compte, d'après cet aperçu, qu'il y a, dans cette région, de grands progrès à réaliser au point de vue de la fonderie.

Aussi cette question est-elle actuellement étudiée par des usines importantes.

Il est probable que d'ici peu des perfectionnements sérieux se produiront, soit d'ordre général par des modifications dans les procédés de traitement, soit d'ordre plus spécial grâce à des améliorations dans les appareils.

CHRONIQUE

N° 246 B.

Sommaire. — Les locomotives allemandes à l'Exposition de 1900 (*suite et fin*). — La conduite d'eau de Coolgardie. — Extraction houillère dans le bassin de Dombrowa (Pologne) en 1899. — Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique (*suite*).

Les locomotives allemandes à l'Exposition de 1900. *(Suite et fin). — A. Borsig, à Berlin.* — La fabrique A. Borsig expose une locomotive qui porte le numéro de construction 4 800, c'est une machine à voyageurs à deux essieux accouplés et avec bogie à l'avant du même modèle que la précédente et appartenant à l'Etat prussien, direction de Berlin.

Elle diffère toutefois de celle dont nous venons de parler par le diamètre des roues motrices et par le fait qu'elle est à cylindres égaux, à distribution par tiroirs à pistons et enfin qu'elle présente la particularité fort remarquable d'être munie d'un surchauffeur placé à la base de la cheminée.

Voici les dimensions principales de cette machine : diamètre des cylindres 0,480 *m*, course 0,600 *m*, diamètre des grandes roues 1,98 *m*, des roues du bogie 1 *m*, chaudière timbrée à 12 *atm* ayant 2,27 m^2 de surface de grille et 108,5 m^2 de surface de chauffe dont 9 m^2 directe. La machine pèse à vide 46 000 *kg* et en service 52 000 *kg* dont 30 000 *kg* de poids adhérent. L'effort de traction est de 4 190 *kg*.

La machine est accompagnée d'un tender semblable à celui de la machine précédente. On dit que le surchauffeur fonctionne bien et donne une économie très appréciable. La question principale est celle de sa durée qu'on ne peut encore apprécier.

Société Hanovrienne de construction de machines. — Cette Société expose une machine à grande vitesse compound à quatre cylindres, deux intérieurs et deux extérieurs, du système von Borries. Tous les pistons agissent sur le même essieu, les manivelles du grand et du petit cylindre de chaque côté étant opposées à un peu moins de 180°. Il n'y a ainsi qu'une seule distribution par paire de cylindres. Cette distribution est du système Walschaerts placée à l'intérieur ; il n'y a qu'une coulisse et un excentrique pour les deux cylindres accolés qui ont chacun leur tiroir, mais il y a un levier d'avance pour chaque cylindre. Il n'y a donc qu'un seul relevage. Les grands cylindres sont à l'extérieur et les petits à l'intérieur. Le guidage des crosses de piston se fait par des barres simples. L'avant de la machine est porté sur un bogie.

Les cylindres ont 330 et 520 *mm* de diamètre avec 600 *mm* de course, les roues motrices et accouplées ont 1,980 *m* et les roues du bogie 1 *m* de diamètre. Les deux essieux à grandes roues sont écartées de 2,70 *m* et les essieux extrêmes de 7,90 *m*. La chaudière timbrée à 14 *atm* a les mêmes dimensions que la machine de la Société berlinoise. Les

poids sont sensiblement les mêmes. L'effort de traction est un peu supérieur, 4 590 *kg*. La machine, qui porte le numéro de fabrication 3 408, est accompagnée d'un tender du même type que les autres machines de l'État prussien, auquel appartient aussi cette locomotive, direction de Hanovre.

Henschel et fils, à Cassel. — La maison Henschel expose deux locomotives. La première, qui porte le numéro de construction 5 326 est une machine-tender pour service de banlieue des chemins de fer de l'État prussien, direction de Berlin. Elle a deux essieux accouplés et deux essieux de support à déplacement radial, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. Les cylindres sont égaux, placés à l'extérieur, avec distribution Walschaerts. Ils ont 430 × 600 *mm*, les roues accouplées ont 1,60 *m* de diamètre et les roues de support 1 *m*. La chaudière est timbrée à 12 *kg*, la grille a 1,97 m^2, la surface de chauffe 97,33 m^2 dont 7,95 m^2 de de surface directe. La machine a un effort de traction de 4 160 *kg*, elle pèse 41 800 *kg* à vide, et pleine 52 800 *kg*, dont 28 000 *kg* de poids adhérent. Les caisses contiennent 5 700 *l* d'eau et les soutes 1 800 *kg* de combustible.

La seconde machine est une locomotive-tender articulée du système Hagans ; elle porte le numéro 5 347 de construction et appartient aux Chemins de fer de l'Etat prussien, direction d'Altona.

La machine est portée sur 5 essieux dont les trois d'avant appartiennent à la partie fixe de la machine et sont commandés par les cylindres à la manière ordinaire, tandis que les deux d'arrière appartiennent à un train articulé avec le châssis principal et reçoivent leur mouvement d'une transmission spéciale à pendule compensateur dont nous avons indiqué le principe sur la figure 3 de la planche 106 et page 590 du premier semestre de 1894 du Bulletin de notre Société. L'accouplement des cinq essieux s'effectue ainsi malgré le déplacement radial de l'arrière-train.

Cette machine a deux cylindres extérieurs ayant de 0,520 *m* de diamètre, avec 0,630 *m* de course, les roues ont 1,260 *m* de diamètre, les essieux parallèles sont écartés de 2,680 *m* et les essieux extrêmes de 6,860 *m*. La distribution est à l'intérieur, elle s'opère par coulisse droite. La chaudière est timbrée à 12 *atm*. La grille a 2,36 m^2 et la surface de chauffe 137,5 m^2 dont 8,4 m^2 directe. L'effort de traction atteint 8 500 *kg*. La machine pèse à vide 55 000 *kg* et, avec son approvisionnement complet, savoir 9 000 *l* d'eau et 1 500 *kg* de charbon, 71 500 *kg*.

Fabrique de machines « Vulcan », à Stettin. — La fabrique « Vulcan » expose une locomotive compound à quatre essieux couplés, portant le numéro de fabrication 1 818 et appartenant aux chemins de fer de l'Etat prussien, direction d'Elberfeld.

Les cylindres sont placés à l'extérieur avec une légère inclinaison ; leur tige est guidée par une barre simple ; la distribution intérieure est à coulisse droite avec les barres d'excentriques cintrées pour éviter le second essieu. Le quatrième essieu est sous le foyer. Les cylindres ont 530 et 750 *mm* de diamètre avec 630 *mm* de course ; les roues, 1,250 *m* de diamètre, l'écartement des essieux extrêmes est de 4,50 *m*.

La chaudière est timbrée à 12 *atm*. La surface de grille est de 2,25 m^2,

la surface de chauffe de 140 m^2, dont 10,5 directe. L'effort de traction est calculé à 8 500 *kg*. La machine pèse 46 000 *kg* à vide et 52 000 en service. Elle est accompagnée du tender normal à trois essieux des Chemins de fer de l'État prussien.

Fabrique saxonne de machines. — La fabrique saxonne de machines, précédemment R. Hartmann, à Chemnitz, expose trois locomotives dont deux à voie normale. La première est une puissante locomotive pour trains rapides dont la disposition générale est la même que celle de la locomotive exposée par le Chemin de fer du Nord français. Cette machine est du type compound à quatre cylindres et est portée sur cinq essieux dont deux accouplés, un porteur à l'arrière et deux porteurs formant bogie à l'avant.

Les cylindres à basse pression placés à l'intérieur actionnent le premier essieu accouplé qui est coudé et des cylindres à haute pression placés extérieurement actionnent le second essieu accouplé.

Les cylindres ont 350 et 555 *mm* de diamètre avec 660 *mm* de course, les roues accouplées 1,980 *m* et les roues de support 1,045 *m* de diamètre. L'écartement fixe des essieux est de 2,150 *m* et l'écartement total de 9,150 *m*. La chaudière est timbrée à 15 *atm*. Sa grille a 2,42 m^2 de surface, la surface de chauffe est de 165 m^2 dont 13,5 directe.

L'effort de traction est calculé à 6 125 *kg*. La machine pèse à vide 60 300 *kg* et en ordre de marche 67 750 *kg* dont 32 000 *kg* sur les roues roues accouplées. Elle est accompagnée d'un tender porté sur deux bogies, pesant à vide 20 000 *kg*, et 43 000 avec 18 000 *l* d'eau et 5 000 *kg* de charbon. Cette locomotive porte le numéro de construction 2 600 et appartient à l'administration des Chemins de fer de l'État saxon.

La seconde machine porte le numéro de fabrication 2 500. C'est une locomotive à trois essieux accouplés et bogie à l'avant avec cylindres extérieurs, et machine compound à deux cylindres. La distribution est du type Walschaerts.

Les cylindres ont 450 et 670 *mm* de diamètre avec 650 *mm* de course, les roues accouplées 1,445 *m* et les roues du bogie 988 *mm*. L'écartement fixe est de 3,350 *m* et l'écartement total des essieux de 6,880 *m*. La chaudière est timbrée à 13 *atm* ; elle a une surface de grille de 1,9 m^2 et une surface de chauffe de 117,3 m^2 dont 8,5 de surface directe.

L'effort de traction est de 5 920 *kg* ; le poids à vide est de 46 800 *kg*, et le poids en service de 51 000 *kg* dont 36 000 sur les essieux accouplés. Le tender à deux bogies pèse à vide 14 400 *kg* et chargé 29 000. Il contient 11 000 litres d'eau et 3 500 *kg* de combustible. Cette machine est destinée aux chemins de fer de l'État de Norvège.

La troisième machine de la fabrique de Chemnitz est une locomotive compound pour voie de 1,067 *m*, chauffée au pétrole. Elle a deux essieux accouplés à l'avant et un essieu porteur à l'arrière. Les cylindres sont intérieurs et inclinés. La machine porte ses approvisionnements. L'eau est dans des caisses qui entourent la machine à la hauteur des longerons et l'huile est dans un bac placé sur la chaudière devant l'abri. La distribution est du système Walschaerts et le démarrage se fait avec un appareil Lindner.

Les cylindres ont 280 et 415 *mm* avec 0,400 *m* de course; les roues accouplées 1,05 *m* et les roues de support 0,76 *m*. La chaudière a le timbre de 12,65 *atm*, 186 livres anglaises, la grille a 0,9 m^2 de surface; la surface de chauffe directe est de 4,7 m^2 et la surface totale de 39,3 m^2. L'effort de traction est de 1890 *kg*. La machine pèse à vide 19300 *kg* et pleine, 25200 dont 16800 sur les roues accouplées, les caisses à eau ont une capacité de 2750 *l* et la soute à pétrole en contient 700 *kg*.

Cette machine, qui porte le numéro de fabrication 2561, est destinée aux chemins de fer des Indes hollandaises.

Fabrique de machines d'Esslingen. — La fabrique de machines d'Esslingen (Wurtemberg) précédemment Émil Kessler, expose une locomotive-tender à fonctionnement mixte, adhérence et crémaillère, système Klose, qui porte le numéro de construction 3160 et appartient aux chemins de fer de l'État wurtembergeois, classe Fz. Cette machine est portée sur quatre essieux, dont trois accouplés et un porteur à déplacement radial à l'avant. Elle a quatre cylindres dont deux extérieurs pour les essieux accouplés et deux intérieurs pour le mécanisme à crémaillère. Les deux systèmes sont complètement indépendants. Les cylindres intérieurs actionnent un essieu coudé portant au milieu un pignon de 15 dents engrenant avec deux roues dentées de 34 dents chacune, ces dernières peuvent engrener avec une crémaillère Riggenbach. Nous avons dit que les deux mécanismes sont indépendants; il y a toutefois une restriction, ils peuvent fonctionner chacun avec la vapeur directe de la chaudière ou à volonté en compound, les cylindres extérieurs étant les cylindres à haute pression et les cylindres du mécanisme à crémaillère, qui ont une plus grande vitesse de fonctionnement, étant les cylindres à basse pression.

Les cylindres ont tous 420 *mm* de diamètre, la course est de 612 *mm* pour les cylindres à adhérence, et de 540 pour les cylindres du mécanisme à crémaillère. Les roues accouplées ont 1,320 *m* de diamètre et celles de l'essieu porteur 0,943 *m*. Le diamètre primitif des engrenages est de 1,082 *m*. Les essieux accouplés sont écartés de 3,22 *m* et l'écartement total atteint 5,60 *m*. Le timbre de la chaudière est de 14 *kg*. Celle-ci porte deux dômes réunis par un gros tuyau de communication. La surface de grille est de 1,40 m^2, la surface de chauffe directe de 7 m^2 et la surface totale de 114,5 m^2. L'effort de traction est de 6144 *kg* pour le mécanisme à adhérence et de 13980 *kg* pour l'ensemble des deux mécanismes.

La machine pèse à vide 43300 *kg* et pleine 53600 dont 41500 sur les roues accouplées. Elle porte 4200 *l* d'eau dans les caisses et 1200 *kg* de combustible dans les soutes.

Des machines semblables sont employées sur la ligne Reutlinger-Munsingen, qui est en exploitation depuis 1894 et comporte une rampe de 10 0/0 et de 2100 *m* de longueur, munie d'une crémaillère. Ce système est employé également sur la ligne de Frendenstadt-Kloster-Reichenbach, également en Wurtemberg, qui n'a que des rampes de 5 0/0 et va être ouverte très prochainement.

On voit, par ce qui précède, que les constructeurs allemands ont ex-

posé une collection très variée de locomotives, dont la plupart représentent une pratique absolument courante et dont quelques-unes offrent des dispositions très intéressantes. Nous ne saurions chercher à formuler ici des appréciations générales sur cette exposition remarquable; nous nous bornerons à indiquer, sous forme de résumé, comment se répartissent ces diverses locomotives au point de vue des différents modes de classification.

Sur 14 locomotives, 12 sont pour la voie normale et 2 pour des écartements réduits 0,60 et 1,067 *m;* sous le rapport de la destination, 11 appartiennent à des chemins de fer allemands et 3 à des administrations étrangères ou ont une destination indéterminée.

Au point de vue du mode de propulsion, on trouve 13 locomotives à adhérence et 1 à propulsion mixte, adhérence et crémaillère; 12 locomotives sont à adhérence partielle et 2 à adhérence totale. Sous le rapport du nombre des essieux, on ne trouve aucune locomotive à 2 essieux : on en trouve 2 à 3 essieux, 6 à 4 essieux, 5 à 5 essieux, et 1 à 6 essieux, et au point de vue du nombre d'essieux accouplés, on ne rencontre aucune machine à roues libres, mais on voit 9 machines à 2 essieux accouplés, 2 à 3, 2 à 4 et 1 à 5, dans cette dernière l'accouplement s'opérant par un mécanisme articulé. Enfin une seule locomotive, la machine à 8 roues couplées de l'État prussien, a sa base entièrement rigide, toutes les autres ayant un ou plusieurs essieux convergents.

Sous le rapport du mode de fonctionnement de la vapeur, nous trouvons 9 locomotives compound et 5 non compound. Sur les premières, il y a 4 locomotives à 4 cylindres et 5 à 2 cylindres. Dans les 9 compound, nous comprenons la locomotive pour fonctionnement mixte, qui peut fonctionner, comme nous l'avons dit, à volonté comme machine compound ou comme machine ordinaire.

Deux machines seulement ont leurs cylindres à l'intérieur, 3 les ont à l'intérieur et à l'extérieur (machines à 4 cylindres) et 9 les ont à l'extérieur seulement. Toutes les machines exposées ont les longerons à l'intérieur des roues.

La distribution Walschaerts figure sur presque toutes les machines. Au point de vue des pressions, on trouve 2 locomotives à 15 *atm*, 3 à 14; 1 à 13, 1 à 12 1/2 et 7 à 12. Sur les 8 machines dont les chaudières travaillent au-dessous de 13 *atm*, il y a 3 compound et 6 non compound.

Enfin, 8 machines ont des tenders séparés et 6 portent leurs approvisionnements.

La conduite d'eau de Coolgardie. — Dans les *Informations techniques* d'avril deuxième quinzaine, page 260, nous avons dit quelques mots de l'immense conduite d'eau en cours d'établissement dans le district de Coolgardie, Australie occidentale.

Nous croyons intéressant de donner, d'après le *Feilden's Magazine*, quelques détails sur le mode de construction adopté pour cette ligne de tuyaux de dimensions peu ordinaires.

En effet cette conduite doit avoir 531 *km* de longueur et pouvoir débiter par 24 heures un volume de 22 650 m^3. La dépense est estimée, y

compris la pose, les machines élévatoires, réservoirs, barrages, etc., à une somme de 63 millions de francs, soit environ 118 000 *f* le kilomètre. On ajoute que si le coût d'établissement de ce travail est si modéré, c'est à cause du système de construction adopté. lequel est connu sous le nom de système Ferguson, du nom de son invententeur M. Mephan Ferguson, ingénieur d'origine écossaise, mais qui a fait toute sa carrière en Australie.

Le système Ferguson consiste à former des tuyaux de tôles de fer ou d'acier qui ne sont pas assemblées par soudure ou rivetage, mais sont réunies par une espèce d'agrafe.

Chaque tuyau est composé de deux feuilles de tôle cintrées en demi-cercle. Les bords longitudinaux de ces tôles subissent une opération mécanique qui donne à ces bords une section en forme de queue d'aronde ; puis les bords des tôles à réunir sont introduits dans des rainures pratiquées sur les deux faces étroites d'une bande d'acier de la longueur du tuyau et une presse hydraulique comprime les bords de cette barre de manière à former un double joint d'une étanchéité et d'une solidité parfaites. Les joints des tuyaux les uns avec les autres sont faits au moyen de manchons et de bagues de plomb.

Les tuyaux employés à Coolgardie ont 0,75 *cm* de diamètre ; ils sont faits par bouts de 8,54 *m* (28 pieds anglais). Le poids de chaque bout achevé est de 1 200 *kg*, les tôles ayant 6,3 *mm* d'épaisseur. La conduite totale comprendra 62 229 tuyaux, ce qui donne un poids de 74 675 tonnes métriques.

Voici comment se fait la confection d'un tuyau. Chacune des deux tôles qui le constituent a 8,54 *m* × 1,20 *m*, on les a affranchies à ces dimensions exactes au moyen de cisailles circulaires et les bords ont été planés. La forme en queue d'aronde des bords est obtenue par un renflement du métal donné par des galets qui pressent ces bords sous l'action d'une force hydraulique. Les deux bords d'une tôle sont façonnés d'une seule opération. La régularité de la forme des bords est assurée par d'autres galets ayant leur axe à 90° de ceux des galets précédents. La machine qui fait ces opérations pèse 100 *t*.

Le cintrage des tôles se fait entre des cylindres et la pose des barres de jonction sous une presse hydraulique qui donne 20 coups par minute et presse à chaque coup une certaine longueur de tuyau.

Chaque bout terminé est éprouvé sous une pression de 28,3 *kg* par centimètre carré, qui correspond à un effort de 16 *kg* par millimètre carré pour le métal. Le tuyau éprouvé est séché dans un appareil à air chaud à la température de 150° centigrades et plongé dans un bain formé d'un mélange de bitume, goudron, etc., chauffé à 190° centigrades où il séjourne 35 minutes ; on traite deux tuyaux à la fois ; on les sort du bain et on les place sur une sorte de tour où on les fait tourner pendant qu'un courant d'air soufflé par un ventilateur passé à l'intérieur ; on projette en même temps du sable sur la surface extérieure. Les tuyaux entièrement refroidis sont empilés dans le chantier. On fait environ 1 600 *m* de tuyaux par jour avec deux machines, chacune faisant six tuyaux de 8,40 *m* à l'heure.

Comme exemple de la résistance de ces tuyaux, on cite ce fait qu'un

bout de 2,10 *m* de longueur sur 60 *cm* de diamètre en tôle de 6,3 *mm* d'épaisseur a été deux fois de suite jeté d'une hauteur de 3 *m* sans avoir aucunement souffert dans son étanchéité ; on n'aurait pu en faire autant avec des tuyaux assemblés par rivets.

Il faut dire que, si le système Ferguson a été accepté par le gouvernement de l'Australie du sud, c'est après nombre d'essais très sévères et après aussi que plusieurs applications préalables eussent montré son caractère très pratique.

L'extraction houillère du bassin de Dombrowa (Pologne) en 1899. — En 1899, l'extraction dans le bassin de Dombrowa a été en diminution de 7 197 748 pouds, soit de 118 604 *t* sur l'année 1898.

Elle a été, en 1899, de 242 488 012 pouds contre 249 667 760 pouds en 1898, soit de 3 970 953 *t* contre 4 089 557 *t* l'année précédente. L'extraction se répartit comme suit :

	1898	1899	AUGMENTATION ou DIMINUTION dans l'extraction.	
	tonnes	tonnes	tonnes	0/0
Charbonnage de Sosnovice (puits de Nivka-Mortimer et Milevice).	1 600 410 »	1 464 295 »	— 136 113 »	— 8,5
Société franco-italienne (charbonnages de Parnu et Kocheleff) .	523 594 »	431 111 »	— 92 483 »	— 17,7
Société du Comte Renard. . . .	523 438 »	552 374 »	+ 29 018 »	+ 5,5
Société de Varsovie (charbonnage Casimir et Félix)	499 609 »	535 360 »	+ 35 750 »	+ 7,2
Prince de Hohenlohe (charbonnage de Saturne.	399 798 »	421 318 »	+ 21 519 »	+ 5,4
Société de Tcherliadz (charbonnage Ernest Michel)	232 459 »	242 338 »	+ 9 878 »	+ 4,2
Lenderbank d'Autriche (puits Flora)	125 210 »	151 447 »	+ 26 236 »	+ 21
Comte Valevsky (puits Juan). .	84 901 »	53 801 »	— 31 099 »	— 36
Meerboldt (puits Ludovic) . . .	48 315 »	59 320 »	+ 11 004 »	+ 23 »
Tchekhanovsky (puits Grodzetz).	35 654 »	38 482 »	+ 2 828 »	+ 7,9
Schön et Lamirecht (puits Antoine)	8 138 »	6 090 »	— 2 048 »	— 25,2
Société Poremba (puits Catherine)	5 950,8	7 067,15	+ 1 116,3	+ 18,8
Cotlarge (puits Nicolas)	1 557,6	2 126 »	+ 671,7	+ 36,5
Eiger et Landau (puits Visoka).	518,754	573,300	+ 54,55	+ 10,4
Vrjosek (puits Leokadie)	—	5 083 »	+ 5 083,04	—
Société franco-russe (puits Reden)	—	1 162,24	+ 1 162,24	—
TOTAUX.	4 089 557,900	3 970 953,000	— 118 604,00	— 2,6

L'exportation du bassin par chemin de fer a baissé dans les mêmes proportions ; c'est ainsi que les chemins de fer de Vienne-Varsovie et Ivangorodo-Dombrowa ont transporté 286 940 wagons de houille en

1899 contre 295 397 en 1898, soit une diminution de 8 457 wagons, ou de 3 0/0. Ces transports se sont répartis comme suit :

	1898		1899		DIMINUTION OU AUGMENTATION	
	NOMBRE DE WAGONS		NOMBRE DE WAGONS			
Par le chemin de fer de Varsovie-Vienne.	TOTAL	à la JOURNÉE	TOTAL	à la JOURNÉE	NOMBRE DE WAGONS	0/0
Nivka	45 372	152	45 468	155	+ 96	+ 0
Mortimer	26 979	91	20 994	71	— 5 985	— 22
Milevitsé	17 014	57	15 797	54	— 1 217	— 7
Comte Renard	26 924	90	28 097	96	+ 1 173	+ 4
Paris	17 585	59	14 622	50	— 2 963	— 17
Kasimir et Félix	29 410	98	29 197	99	— 213	— 1
Saturne	33 128	111	34 077	116	+ 949	+ 3
Tcheliadz	20 297	68	21 879	75	+ 1 582	+ 8
Flora	9 087	31	11 611	39	+ 2 524	+ 28
Ivan	5 893	20	5 011	17	— 882	— 15
Antoine	—	—	138	0	+ 138	
Léokadie	—	—	335	1	+ 335	
Nouveau	—	—	127		+ 127	
TOTAUX	231 689	777	227 353	773	— 4 336	— 2
Par le chemin de fer d'Ivangorodo-Dombrowa						
Nivka	22 692	76	22 274	76	— 418	— 2
Mortimer	8 996	30	5 363	18	— 3 633	— 40
Comte Renard	11 313	38	12 925	44	+ 1 612	+ 14
Paris	11 344	38	7 891	27	— 3 453	— 30
Casimir	9 363	32	11 076	38	+ 1 713	+ 18
Antoine	—	—	14	0	+ 14	
Nouveau	—	—	7	0	+ 7	
Léokadie	—	—	37	0	+ 37	
TOTAUX	63 708	214	59 587	203	— 4 121	— 6
TOTAL DES WAGONS pour les deux lignes	295 397	991	286 940	976	— 8 457	— 3

Ces renseignements statistiques sont empruntés à l'organe officieux du Ministère des Finances, la *Torgovo-Promychlénaïa Gazeta.*

Les prix à Varsovie, pendant l'hiver dernier, ont oscillé aux environs de 100-110 roubles le wagon (270-290 *f*) de 110 korets. Au détail, le koretz de 6 pouds (100 *kg*) se vendait 1,10 et 1,20 rouble (30 à 32 *f* la tonne).

Il y a eu manque de houille à Varsovie pendant tout l'hiver, ce qui a mis les autorités dans l'obligation d'avoir recours à des moyens extrêmes : trains de charbons spéciaux, etc., etc. Cette situation du marché n'a guère servi de stimulant à l'extraction des houillères de Dombrowa. On sait que ce combustible n'est pas métallurgique, qu'il est d'une for-

mation intermédiaire entre le lignite et la houille du Donetz; au point de vue physique, il est d'un aspect beaucoup plus beau que la houille du Donetz, laquelle est poussiéreuse, contient 60 0/0 de menus, quoique vaporisant 7,500 *kg* d'eau, tandis que le Dombrowa se présentant en beaux morceaux grenus, ne vaporise que 6 *kg* à la chaudière.

Les chauffeurs moscovites habitués, avant l'introduction des résidus de naphte, au bois (combustible traditionnel russe) préfèrent à la houille du Donetz le charbon de Dombrowa qui se rapproche davantage du bois. Ils ne savent pas employer le Donetz, ni lui faire rendre tout ce que l'on serait en droit d'attendre d'un pareil combustible.

Cette circonstance fait que, sur le marché de Moscou, le Dombrowa fait prime de 3-3 1/2 cop. par poud (5-5,70 *f* par tonne) sur le charbon du Donetz.

A Moscou, aux cours actuels des combustibles, les prix de revient comparatifs de la tonne-vapeur produite au naphte à 39 cop. le poud et à 12,500 *kg* de vaporisation; au Dombrowa, à 24 cop. le poud et 6 *kg* de vaporisation, et à la houille du Donetz, à 21 cop. le poud et 7,5 *kg* de vaporisation, se présentent comme suit :

Naphte : $\frac{1\,000}{12{,}5\ kg} = 80\ kg$, à 64 *f* la tonne = 5,10 *f*

Dombrowa : $\frac{1\,000}{6\ kg} = 167\ kg$, à 39 *f* la tonne = 6,50 *f*

Donetz : $\frac{1\,000}{7{,}5\ kg} = 133\ kg$, à 34 *f* la tonne = 4,50 *f*

Avec la hausse croissante des résidus de naphte, et si les chauffeurs moscovites étaient mieux exercés, c'est le charbon du Donetz qui est actuellement à Moscou le combustible le plus économique. (Communiqué par M. Louis Journolleau.)

Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique *(suite)*. — Pour résumer ce qui précède, en le limitant à la question de l'industrie chimique, on peut dire que la fabrication des produits qu'on ne peut obtenir que par l'électricité, comme le carbure de calcium, ou celle des produits dont la fabrication est plus économique par l'électricité que par tout autre moyen, sera, dans l'avenir, le monopole des pays qui possèdent de puissantes chutes d'eau. Ils se partageront ce monopole dans une proportion qui sera établie par les prix de transport des matières premières au lieu de production et des produits fabriqués au lieu de consommation. Ainsi, la fabrication du chlorate de potasse pourra se faire à une plus grande distance des centres de consommation que celle du chlorure de chaux. Pour les chlorates, les procédés électrolytiques ont toutes chances de se substituer aux autres procédés.

D'après les statistiques du professeur Borchers, les usines électrolytiques qui sont déjà en fonctionnement ou prêtes à fonctionner seraient en mesure de produire par an 225 000 *t* de chlorure de chaux, ce qui représenterait déjà une forte proportion de la consommation du monde

entier. Mais il serait excessif de prétendre que les procédés Deacon et Weldon vont disparaître immédiatement. Il est probable qu'une partie des usines en question ou n'existent pas encore ou ne peuvent encore lutter avec celles qui fabriquent sur les lieux de consommation le chlorure de chaux par les anciens procédés.

Il est évident que des nations comme l'Angleterre, dont la richesse industrielle repose presque uniquement sur leurs gisements carbonifères, ne se laisseront pas déposséder sans résistance de leur suprématie. Leurs efforts devront surtout s'exercer quand le prix du combustible minéral augmentera en présence de l'épuisement des houillères et des difficultés croissantes de l'extraction. Mais, sans considérer cette éventualité qui est encore éloignée, la situation actuelle de la grande industrie chimique est menacée assez sérieusement pour qu'il soit nécessaire d'étudier dès à présent le seul moyen de retarder l'échéance fatale. Ce moyen consiste dans la réduction de la dépense du combustible.

Tous ceux qui ont traversé les régions boisées des États-Unis ont pu voir avec quelle imprévoyance les forêts sont sacrifiées aux besoins industriels. Dans beaucoup d'endroits, les résultats de cette imprévoyance se font déjà sentir. Et encore, les forêts peuvent se reproduire, tandis que le combustible minéral ne se reproduit pas. A l'heure actuelle une énorme quantité de combustible est gaspillée sans aucune utilité. Bien des machines à vapeur consomment encore 2,5 *kg* et plus par cheval-heure alors que la dépense des machines marines est tombée bien au-dessous de 1 *kg*, et celle des moteurs à gaz Dowson à 1/2 *kg* et même moins. Bien que l'économie réalisée en produisant la force motrice dans des stations centrales avec des appareils puissants et munis de tous les perfectionnements soit en partie compensée par les dépenses nécessitées par la subdivision de la force et son transport aux lieux de consommation, il n'en est pas moins vrai qu'il y a dans cette centralisation de la production de la puissance une source d'économie qui n'est pas à négliger.

Considérons un des appareils industriels qui consomment le plus de combustible, le haut fourneau. Il y a eu des changements considérables. Quand l'auteur a visité l'Angleterre pour la première fois en 1866, les districts métallurgiques du Staffordshire, de la Tyne et du Lancashire étaient tout illuminés, la nuit, par les colonnes de flammes qui sortaient du gueulard des hauts fourneaux. L'emploi des récupérateurs était alors exceptionnel.

Aujourd'hui on ne trouverait plus dans toute l'étendu du Royaume-Uni un seul fourneau à gueulard ouvert. Partout les gaz sont utilisés pour le chauffage du vent, pour la production de la vapeur, etc. Mais, malgré tous ces progrès, les pertes de calorique sont encore énormes et ce n'est que récemment qu'on a commencé à construire des moteurs permettant d'utiliser directement les gaz des hauts fourneaux pour la production de la force motrice.

On peut citer encore la fabrication du coke. En Angleterre 90 0/0 du coke produit le sont encore dans des fours de modèle ancien qui laissent perdre 10 à 15 0/0 du coke et la totalité du goudron et de l'ammoniaque. Les raisons qui font conserver l'usage de ces systèmes peu économiques

paraissent difficiles à admettre. La qualité soi-disant inférieure du coke produit par les fours à récupération des sous-produits est une allégation que la pratique dément ; quant à la raison tirée du coût très élevé de ces fours, on peut dire qu'elle n'arrête pas les fabricants allemands de coke, qui n'ont pas hésité à introduire les nouvelles méthodes.

Un des progrès les plus intéressants dans la voie d'une meilleure utilisation du combustible est représenté par le gazogène Mond. Cet appareil n'a pas pour objet d'obtenir plus de chaleur de combustible que par sa combustion directe ou sa transformation en gaz ; il a pour but de recueillir l'azote contenu dans le combustible sous forme d'ammoniaque, comme le font les appareils de récupération des fours à coke.

Un autre procédé, d'application assez récente, est le procédé Dellwik-Fleischer pour la fabrication du gaz à l'eau (1) qui permet d'obtenir à très bon marché un combustible gazeux riche dont le pouvoir calorifique est triple de celui du gaz Siemens. Dans ces conditions, ce gaz peut être envoyé à distance assez considérable dans des conduites de faible diamètre. Il est certain que ce gaz est appelé à recevoir de nombreuses applications, surtout dans l'industrie chimique. (*A suivre.*)

(1) Voir Informations techniques de mai, deuxième quinzaine, page 327.

COMPTES RENDUS

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

4me trimestre de 1899.

Paroles prononcées aux funérailles de M. Bricka, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, par M. Roume, Conseiller d'État, par M. Guillain, Inspecteur général des Ponts et Chaussées et par M. Ricour, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur de l'École nationale des Ponts et Chaussées.

Notice biographique sur M. L. Bourdelles, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur du service des phares et balises, par M. Ribiere, Ingénieur en chef du Service central des Phares.

Canal de la Marne à la Saône, par M. Gustave Cadart, Ingénieur chef des Ponts et Chaussées.

Notes sur la construction du Viaduc du Viaur (ligne de Carmaux à Rodez), par M. Théry, Ingénieur des Ponts et chaussées. Deuxième partie. Description de l'ouvrage.

Note sur les tramways électriques américains à prise de courant par caniveau souterrain, par M. Mesnager, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Note sur un nouveau type de pont suspendu rigide, par M. Gisclard, Chef de bataillon du génie en retraite.

Méthode graphique pour la reconnaissance et la vérification du tracé des voies de chemins de fer, par M. Desdouits, Ingénieur en chef du matériel et de la traction des Chemins de fer de l'Etat.

Expérience sur l'altération des ciments armés par l'eau de mer, par M. Lidy, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Note sur l'écrouissage des aciers laminés par le travail à froid, par M. Lidy, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

ANNALES DES MINES

12me livraison de 1899.

Rapport sur l'emploi des explosifs de sûreté dans les mines à grisou, par M. Aguillon, Inspecteur général des Mines.

Bulletin des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1898.

Actes de courage et de dévouement à l'occasion d'accidents survenus dans les mines et carrières.

SOCIETÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Mars 1900.

Réunions de Saint-Etienne.

Séance du 10 mars 1900.

Communication de M. Bouteille, Ingénieur principal de la Compagnie des Mines de la Péronnière, pour une note sur l'emploi d'un procédé spécial de fonçage de puits qui consiste dans le creusement, le guidage et le muraillement par travées successives et suivant l'approfondissement du puits, au puits G. Gillier de la Compagnie des Mines de la Péronnière.

Conférence faite par M. Vaisse sur les richesses minérales du département de l'Aveyron.

Machine d'extraction de la Tamarack Mining Company. (Voir Informations techniques de novembre 1899, page 728).

Emploi du carbure de silicium (carborundum) dans la fabrication de l'acier.

Production houillère du Pas-de-Calais et du Nord en 1898 et 1899.

SOCIETÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

avril 1900.

Rapport de M. J. Carpentier sur la Règle dactylographique universelle de M. Bessat.

Rapport de M. Linder sur l'appareil à vérifier les tubes de chaudières de MM. Secrétan et Vinsonneau.

Recherches sur les porcelaines chinoises, par M. G. Vogt.

Les reliefs photographiques, par M. Marion, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Arras.

L'industrie américaine et l'industrie anglaise. — Les causes et l'avenir de leur rivalité d'après les Anglais et les Américains, par M. E. Biard, ingénieur principal du matériel des Chemins de fer de l'Est.

Notes de mécanique. — Perforatrice Bullock. — Affûteuse White pour forets. — Les grands moteurs à gaz. — Sur la liquéfaction des mélanges gazeux, anhydride carbonique et anhydride sulfureux, note de M. F. Gaubet.

ANNALES DES MINES

2e livraison de 1900.

La ventilation des tunnels et le système Sacardo, par M. L. Champy, Ingénieur des Mines.

Notes sur la Colombie britannique, par M. P. Jordan, Ingénieur des Mines.

Note sur l'appareil indicateur enregistreur des vitesses en service aux chemins de fer de l'État, par M. Desdouits, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'Etat.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 15. — *14 avril 1900.*

Exposition Universelle à Paris en 1900. — Grue de montage. — Machine à triple expansion. — Dynamo à courants alternatifs. — Machines-outils pour le travail des métaux et du bois.

Groupe de Carlsruhe. — Installations électriques de Wiesloch de la Société d'électricité du Haut-Rhin, à Carlsruhe.

Groupe de la Haute-Silésie. — Station centrale de Chorzow de la Société d'électricité de la Haute-Silésie.

Revue. — Lancement du grand croiseur A. — Concours et conditions d'épreuves pour un automobile électrique.

Correspondance. — Mécanisme des bicyclettes. — Les vibrations des navires, leurs causes et les moyens de les atténuer.

N° 16. — *21 avril 1900.*

Notice nécrologique sur Carl Teichmann.

La construction des ponts en Allemagne au XIXe siècle, par G. Mehrtens.

Modification de la texture du fer et du cuivre par le travail à froid et l'échauffement qui en est la conséquence, par E. Heyn *(fin)*.

Appareils mécaniques pour la manutention et le magasinage des charbons et minerais, par M. Buhle *(suite)*.

Aperçu sur l'élasticité et la résistance des matériaux, par F. Leitzmann *(fin)*.

Groupe de Berg. — Photographie plastique.

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Chemin de fer suspendu de Barmen à Elberfeld et Vohwinkel.

Revue. — L'Exposition Universelle de Paris en 1900. — Procédé électrique pour le forage des trous dans les plaques de blindage.

N° 17. — *28 avril 1900.*

Moteurs à combustible liquide pour automobiles, par H. Güldner.

La construction des ponts en Allemagne au XIX^e siècle, par G. Mehrtens *(suite)*.

Étude de la machine à vapeur au point de vue de sa consommation, par E. Meyer.

Groupe de Siegen. — Nouveautés dans les cubilots.

Groupe de Wurtemberg. — Accroissement du bien-être des populations ouvrières. — Accident à une chaudière à vapeur.

Bibliographie. — Le service du brisage de la glace dans l'empire allemand, par M. Goerz et M. Buchheister.

N° 18. — *5 mai 1900.*

Ordre du jour de la 41^e réunion générale de l'Association des Ingénieurs allemands à Cologne en 1900.

Restauration du pont suspendu en chaines de la Schwurplatz, sur le Danube, près Budapest, par J. Seefehlner.

Moteurs à combustible liquide pour automobiles, par H. Güldner *(suite)*.

La construction des ponts en Allemagne au XIX^e siècle, par G. Mehrtens *(suite)*.

Groupe de Francfort. — Laboratoire de construction de machines à l'École technique supérieure de Darmstadt.

Revue. — Les ponts de Colenso et de Frere. — Pont-route sur la rivière Orange. — Congrès pour la protection de la propriété industrielle.

N° 19. — *12 mai 1900.*

Le vapeur brise-glaces Haidumak. — Restauration du pont suspendu en chaines de la Schwurplatz, sur le Danube, près de Budapest, par J. Seefehlner *(fin)*.

Étude de la machine à vapeur au point de vue de sa consommation, par E. Meyer *(fin)*.

Rupture d'un volant, par H. Hayem.

Expériences sur la machine de 3 000 *ch* actionnant une dynamo, de la station centrale de la Luisenstrasse, à Berlin.

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Explosion d'une poche de fonderie.

Revue. — Machine à raboter pour selle de locomotives. Passages souterrains pour piétons à Londres. — Collation du titre de docteur-ingénieur à Frédéric Siemens.

Pour la Chronique et les Comptes Rendus
A. Mallet.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LA CHRONIQUE DU 1er SEMESTRE DE 1900 (1)

Acier (Procédé Talbot pour la fabrication de l'). Juin, 1, p. 341.

Air (Emploi de l') liquide comme explosif. Janvier, 1, p. 6.

Allemande (Le canal du Rhin à l'Elbe et l'industrie). Mars, 2; p. 178; — Avril, 1, p. 178; (Les locomotives) à l'Exposition de 1900. Juin, 1, p. 337; Juin, 2, p. 353.

Amazone (Production du caoutchouc dans l'). Janvier, 2, p. 29; — Février, 1, p. 76.

Amélioration (Travaux d') du canal de Suez. Juin, 1, p. 340.

Aménagement (Construction et) des bibliothèques. Février, 2, p. 111; Mars, 1, p. 155.

Américain (Un atelier modèle) à l'Exposition de 1900. Février, 1, p. 75.

Américaines (Les grandes bibliothèques). Avril, 2, p. 252; Mai, 1, p. 284; Mai, 2, p. 318.

Ascenseurs (Sécurité des). Juin, 1, p. 343.

Atelier (Un) modèle américain à l'Exposition de 1900. Février, 1, p. 75.

Bassin (Extraction houillère dans le) de Dombrowa (Pologne) en 1899. Juin, 2, p. 359.

Bateaux (Récents) à vapeur sur le Rhin. Mai, 2, p. 312.

Bibliothèques (Construction et aménagement des). Février, 2, p. 111; Mars, 1, p. 155; — (Les grandes) américaines. Avril, 2, p. 252; Mai, 1, p. 284; Mai, 2, p. 318.

Canal (Le) du Rhin à l'Elbe et l'indutrie allemande.. Mars, 2, p. 178; Avril, 1, p. 209; — (Travaux d'amélioration du) de Suez. Juin, 1, p. 340.

Caoutchouc (Production du) dans l'Amazone (Janvier, 2, p. 29; Février, 1, p. 76.

Charbon (Chauffage au) pulvérisé. Avril. 1, p. 211.

Chauffage électrique. Janvier, 1, p. 7; — (Combustible nécessaire pour le) d'un local. Mars, 1, p. 153; Avril, 1, p. 216; — au charbon pulvérisé. Avril, 1, p. 211; - - (Stations centrales de force motrice et de). Mai, 1, p. 282.

Chemins de fer (Locomotives Compound sur les) suisses. Janvier, 2, p. 25.

Chimique (Modifications probables dans le développement général de l'industrie). Avril, 1. p. 214; Avril, 2, p. 254; Mai, 1, p. 285; Juin, 2, p. 361.

(1) Toute la pagination indiquée dans la présente table se rapporte aux pages du bulletin affectées de l'indice A.

Combustible nécessaire pour le chauffage d'un local. Mars, 1, p. 153; Avril, 1, p. 216.

Compound (Locomotives) sur les chemins de fer suisses. Janvier, 1, p. 25.

Construction et aménagement des bibliothèques. Février, 2, p. 111; Mars, 1, p. 155; — (Incombustibilité des) en Russie. Mars, 2, p. 183.

Distance (Limites pratiques de la transmission électrique de force à distance). Janvier, 2, p. 31; Février, 1, p. 77; Février, 2, p. 113.

Développement (Modifications probable dans le) général de l'industrie chimique. Avril. 1, p. 214; Avril, 2, p. 254; Mai, 1, p. 285; Juin, 2, p. 361.

Distillation (Grandes installations de) d'eau de mer. Mai, 2, p. 314.

Dombrowa (Extraction houillère dans le bassin de) en 1899. Juin, 2, p. 359.

Eau (Grandes installations de distillation de mer. Mai, 2, p. 314.

Elbe (Canal du Rhin à l') et l'industrie allemande. Mars, 2. p. 178; Avril, 1, p. 209.

Électricité (L'), à bord des navires. Février, 1, p. 79; Février, 2, p. 115.

Électrique (Le chauffage). Janvier, 1, p. 7; — (Limites pratiques de la transmission) de force à distance. Janvier, 2, p. 31; Février, 1, p. 77; Février, 2, p. 113.

Emploi de l'air liquide comme explosif. Janvier, 1, p. 6.

Épuisement des mines à grande profondeur. Janvier, 1, p. 4; Janvier, 2, p. 27.

Expédition (Navires brise-glaces dans les) polaires. Mars, 2, p. 153.

Explosif (Emploi de l'air liquide comme) Janvier, 1, p. 6.

Exposition (Un atelier modèle américain à l') de 1900. Février, 1, p. 75; — Les locomotives allemande à l') de 1900. Juin, 1, p. 337; Juin, 2, p. 353.

Extraction à grande profondeur dans les mines. Mai, 1, p. 281; — houiller dans le bassin de Dombrowa en 1899. Juin, 2, p. 359.

Fabrication (Procédés Talbot pour la) de l'acier. Juin, 1, p. 341.

Force (Limites pratiques de la transmission électrique de la) à distance. Janvier, 2, p. 31; Février, 1, p. 77; Février, 2, p. 113; — (Stations centrales de) motrice et de chauffage. Mai, 1, p. 282.

Gaz (Moteurs à) de hauts-fourneaux. Janvier, 1, p. 1.

Glaces (Navires brise-) dans les expéditions polaires. Mars, 2, p. 181.

Hauts-fourneaux (Moteurs à gaz de). Janvier, 1, p. 1.

Houillère (Extraction) dans le bassin de Dombrowa en 1899. Juin, 2, p. 359.

Incombustibilité des constructions en Russie. Mars, 2, p. 183.

Industrie (Canal du Rhin à l'Elbe et l') allemande, Mars, 2, p. 178; Avril, 1, p. 209; — (Modifications probables dans le développement général de l') chimique. Avril, 1, p. 214; Avril, 2, p. 254; Mai, 1, p. 285; Juin, 2, p. 361.

Ingénieur (Le rôle de l'). Avril, 1, p. 213; Avril, 2, p. 251; Mai, 2, p. 316.

Installations (Grandes) de distillation d'eau de mer. Mai, 2, p. 314.

Limites pratiques de la transmission électrique de la force à distance. Janvier, 2, p. 31; Février, 1, p. 77; Février, 2, p. 113.

Liquide (Emploi de l'air) comme explosif. Janvier, 1, p. 6.

Local (Combustible nécessaire pour le chauffage d'un). Mars, 1, p. 153; Avril, 1, p. 216.

Locomotives compound sur les chemins de fer suisses. Janvier, 2, p. 25. (Les premières). Février, 2, p. 109; Mars, 1, p. 150. (Les) allemandes à l'Exposition de 1900. Juin, 1, p. 337; Juin, 2, p. 353.

Machine (La) à vapeur à la fin du dix-neuvième siècle. Février, 1, p. 74.

Maritimes (Opérations) récentes de sauvetage. Mars, 1, p. 151; Mars, 2, p. 179.

Mer (Grandes installations de distillation d'eau de). Mai, 2, p. 314.

Mines (Épuisement des) à grande profondeur. Janvier, 1, p. 4; Janvier, 2, p. 27. (Extraction à grande profondeur dans les). Mai, 1, p. 281.

Modèle (Un atelier) américain à l'Exposition de 1900. Février, 1, p. 75.

Modifications probables dans le développement général de l'industrie chimique. Avril, 1, p. 214; Avril, 2, p. 254; Mai, 1, p. 283; Juin, 2, p. 361.

Moteurs à gaz de hauts-fourneaux. Janvier, 1, p. 1.

Navires (L'électricité à bord des). Février, 1, p. 79; Février, 2, p. 115; — Brise-glaces dans les expéditions polaires. Mars, 2, p. 181.

Opérations récentes de sauvetage maritime. Mars, 1, p. 151; Mars, 2, p. 179.

Pont sur la Trème (canton de Fribourg). Avril, 2, p. 249.

Procédé Talbot pour la fabrication de l'acier. Juin, 1, p. 341.

Production de caoutchouc dans l'Amazone. Janvier, 2, p. 29; Février, 1, p. 76.

Profondeur (Épuisement des mines à grande). Janvier, 1, p. 4; Janvier, 2, p. 27; — (Extraction à grande) dans les mines. Mai, 1, p. 281.

Rhin (Le canal du) à l'Elbe et l'industrie allemande. Mars, 2, p. 178. Avril, 1, p. 209; — (Récents bateaux à vapeur sur le). Mai, 2, p. 312.

Rôle (Le) de l'ingénieur. Avril, 1, p. 213; Avril, 2, p. 251; Mai, 2, p. 316.

Russie (Incombustibilité des constructions en). Mars, 2, p. 183.

Sauvetage (Opérations récentes de) maritime. Mars, 1, p. 151; Mars, 2, p. 179.

Sécurité des ascenseurs. Juin, 1, p. 343.

Siècle (La machine à vapeur à la fin du dix-neuvième). Février, 1, p. 74.

Stations centrales de force motrice et de chauffage. Mai, 1, p. 282.

Suez (Travaux d'amélioration du canal de). Juin, 1, p. 349.

Suisses (Locomotives compound sur les chemins de fer). Janvier, 2, p. 25.

Transmission (Limites pratiques de la) électrique de force à distance, Janvier, 2, p. 31; Février, 1, p. 77; Février, 2, p. 113.

Travaux d'amélioration du canal de Suez. Juin, 1, p. 349.

Vapeur (La machine à) à la fin du dix-neuvième siècle. Février, 1, p. 74; (Récents bateaux à) sur le Rhin. Mai, 2, p. 312.

TABLE DES MATIÈRES

TRAITÉES DANS LE 1er SEMESTRE, ANNÉE 1900

(Bulletins)

Pages.

ADMISSIONS DE NOUVEAUX MEMBRES

Bulletins de février, mars, avril, mai et juin (1re et 2e quinzaine). 147, 243, 276, 316, 364, 428, 479, 543, 594 et 657 B

AUTOMOBILES

Traction mécanique sur rails et sur routes pour les transports en commun (2e partie). *(Voir 1re partie, Bulletin de décembre 1899, page 766)*, par MM. L. Périssé et R. Godfernaux et Discussion de cette communication (Séances des 16 février et 2 mars). Mémoire. 1, 275, 317 et 363 B

BIBLIOGRAPHIE

Analyse du rapport de la Commission d'études de la Compagnie nouvelle du Canal de Panama, par Ed.-Ch.-L. Henry 135 A

De l'utilité publique des transmissions électriques d'énergie, par M. Blondel . . . . . 202 A

Distribution de l'énergie par courants polyphasés, par M. J. Rodet . . . . . 100 A

Étude de la locomotive. — La chaudière, par MM. E. Deharme et A. Pulin . . . . . 331 A

Étude sur les grands viaducs, par M. Eugenio Ribera . . . . . 51 A

L'Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1900 . . . . . 100 A

La plomberie au point de vue de la salubrité des maisons, eau, air, lumière, de M. S. Stevens Hellyer, traduit de l'anglais (5e édition), par M. G. Pouparel fils . . . . . 138 A

La traction mécanique et les voitures automobiles, par MM. G. Leroux et A. Revel . . . . . 335 A

L'automobile théorique et pratique (Tome II). — **Voitures à pétrole**, par L. Baudry de Saunier . . . . . 333 A

L'échappement dans les machines à vapeur, par M. G. Leloutre . . . . . 199 A

Leçons d'optique géométrique, par M. E. Wallon . . . . . 272 A

Leçons sur l'électricité, par M. Eric Gérard . . . . . 101 A

Les automobiles à pétrole, par M. L. Bochet . . . . . 334 A

Les îles Hawaï au moment de leur annexion définitive aux États-Unis, par M. Louis Vossion . . . . . 201 A

Les matières odorantes artificielles, par M. G.-F. Jaubert. . . 100 A

Les ports de l'Amérique du Nord sur l'Atlantique; les ports canadiens, par MM. le baron Quinette de Rochemont et Vétillart . . . . . 272 A

Les Roches, par M. Ed. Jannettaz . . . . . 98 A

Manuel théorique et pratique de l'automobile sur route, vapeur, pétrole, électricité, par M. Gérard Lavergne. . 200 et 232 A

Pratique de l'art de construire, par MM. J. Claudel et L. Laroque 97 A

Premières visites à l'Exposition de 1900, par M. Max de Nansouty . . . . . 139 A

Tramways et automobiles, par MM. E. Aucamus et L. Galline. . 139 A

Voies de communication. — Rôle économique et social, par M. E. Campredon. . . . . 140 A

CHEMINS DE FER

Avis relatif à l'Administration du chemin de fer de l'Empire de Russie à l'Exposition de 1900 (Séance du 6 avril). . . 472 B

Mesures propres à faciliter et à rendre plus économiques la construction et l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways, par M. A. Doniol (Séance du 16 février), mémoire et discussion. . . . . 314 et 445 B

CHIMIE INDUSTRIELLE

Appareil à produire le gaz aérogène, par MM. de Perrodil et de Morsier et lettre de M. A. Lecomte (séances des 16 février et 2 avril), mémoire et discussion . . . . . 315, 403 et 535 B

Le noir d'acétylène et ses dérivés, par M. E. Hubou (séance du 18 mai), mémoire . . . . . 653 et 680 B

L'industrie de l'ozone, par M. M. Otto. . . . . 149 B

Notes sur les différents procédés permettant de combattre l'inflammabilité des matériaux et décors employés dans les théâtres, par M. A.-Ch. Girard. . . . . 582 B

Quelques considérations sur la production de l'ozone et son application à la stérilisation des eaux, par M. X. Gosselin 221 B

CHRONIQUE

Voir *Table des matières spéciales*. . . . . 368 A

COMPTES RENDUS

Bulletins de janvier (1re et 2e quinzaines), février (1re et 2e quinzaines), mars (1re et 2e quinzaines), avril (1re et 2e quinzaines), mai (1re quinzaine), juin (2e quinzaine). . 9, 34, 81, 117, 158, 185, 217, 257, 288 et 364 A

CONCOURS

Concours d'objectifs à long foyer pour la téléphotographie en ballon *(Cahier des charges relatif à un)* (séance du 2 mars). . . 363 B

Programme des concours ouverts pour l'emploi de professeur de divers cours aux Écoles Nationales d'Arts et Métiers (séance du 4 mai). . . . . 592 B

CONGRÈS

Avis relatif aux nominations de Membres de la Société, comme Membres des Comités d'organisation de divers Congrès de l'Exposition de 1900 (séance du 2 février). . . . 269 B

Congrès de chimie appliquée du 23 au 28 juillet (séance du 20 avril). . . . . 537 B

Congrès des Ingénieurs de Bologne *(Compte rendu par M. C. Canovetti du)*, présenté à la Société par M. H. Chevalier (séance du 19 janvier), mémoire. . . . . 242 et 307 B

Congrès d'histoire des sciences du 23 au 28 juillet (séance du du 20 avril) . . . . . 537 B

Congrès international des accidents du travail et des assurances sociales à Paris du 25 au 30 juin (séance du 19 janvier) 241 B

Congrès international d'électricité à Paris le 18 août (séance du 19 janvier) . . . . . 241 B

Congrès internationaux d'exercices physiques et de sports (séance du 20 avril). . . . . 537 B

Congrès international d'hygiène et de démographie à Paris, du 10 au 17 août (séance du 18 mai). . . . . 652 B

Congrès international des mines et de la métallurgie (séance du 4 mai) . . . . . 592 B

Congrès international de physique à Paris du 6 au 12 août (séances du 2 février et du 18 mai) . . . . . 274 et 652 B

Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne du 5 au 9 juin (séance du 2 février) . . . . . 274 B

Lettre de MM. P. Arbel et R. Soreau à propos de leur **Compte rendu du Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences** (séance du 19 janvier). . . . . 239 B

CONSTRUCTIONS CIVILES

Quelques solutions constructives nouvelles. *Le grand Globe Céleste de l'Exposition*, par M. N. de Tédesco (séance du 20 avril) mémoire. 537 et 633 B

DÉCÈS

De MM. Fritz Bauer, Ch.-M.-F. Camus, P.-J. Curie, P.-P. Fuchet, A.-S.-M.-C. Lacauzette, E. Mayer, M. Perret, A. Grouselle de Blancheface, L.-A. Chapron, F. Carré, F. Delom, H.-L. De Wilde, B.-A. Farcot, P.-A.-J. Hanebelle, P. Jean, A. Retterer, H. de Matthys, Ch.-A. Caldaya, S. Jordan, E.-G. Delettrez, A. Évrard, A.-M. Guilbert-Martin, P.-A. Vinit, A. Lagrafel, P. Lefèvre, E.-A. Pérignon, G. Anocan, A.-F. Hauet, J. Pie y Allué, J. Rauly, E. Vlasto, E. Polonceau, Ch.-H. Delanoe, J. Dez, M. Forey, J. Gaudineau, P.-E. Lhomme, J. Sigaut, A. Binet, J.-L. Commeaux (séances des 5 et 19 janvier, 2 et 16 février, 2 et 16 mars, 6 et 20 avril, 4 et 18 mai).

145, 241, 269, 313, 361, 362, 425, 471, 536, 591 et 652 B

DÉCORATIONS FRANÇAISES

GRAND CROIX DE LA LÉGION D'HONNEUR : M. A. Picard.

GRAND OFFICIER — : M. L. Delaunay-Belleville.

COMMANDEURS — : MM. Daydé et Moisant.

OFFICIERS — : MM. Béthouart et Raulin.

CHEVALIERS — : MM. L. Caen, G. Reynaud, Denis de Lagarde, Duplaix, Marsaux, J. Roussel et G. Olmer.

OFFICIERS DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE : MM. F.-Ch. Baudry, J. Bolle-Besson, E. Coutelier, P. Gassaud, Ch. Nizet.

OFFICIERS D'ACADÉMIE : MM. Lorphelin, E. Baudon, J. Beloin, P. Bordé, E. Cartier, H. Dufresne, P. Fleury, R. Gandillot, A. Huc, F. Manaut, P. Pierrel, A. Raux, V. Weyer, E. Barberot.

OFFICIER DU MÉRITE AGRICOLE : M. J. Biès-Albert.

CHEVALIER DU MÉRITE AGRICOLE : MM. E. Cartier, J. Henrivaux.

DÉCORATIONS ÉTRANGÈRES

GRAND CROIX DU MÉRITE MILITAIRE D'ESPAGNE : M. J. Suss.

GRAND OFFICIER DE LÉOPOLD DE BELGIQUE : M. J.-C. Urban.

COMMANDEUR DE LA CONCEPTION DE VILLA-VICIOSA : M. Guilbert-Martin.

COMMANDEUR D'ISABELLE LA CATHOLIQUE : M. H. Haguet.

COMMANDEUR DU DRAGON D'ANNAM : M. H. Doat.

CHEVALIER DE SAINTS MAURICE ET LAZARE : M. J. Cousin.

CHEVALIER DU KIM THANNH : M. Michel Schmidt.

(Séances des 5 et 19 janvier, 16 février, 2 mars, 6 et 20 avril, 18 mai.)

145, 241, 313, 362, 472, 536 et 652 B

DIVERS

Adjudication à Hanoï de fournitures de chemins de fer et travaux en maçonnerie au Tonkin (séance du 6 avril). . . . 472 B

Adjudication pour l'exécution des travaux du chemin de fer de l'Indo-Chine (séance du 4 mai). . . . . 592 B

Insigne de la Société (séance du 2 février). . . . . 274 B

Installation des Membres du Bureau et du Comité pour l'année 1900. — Discours de M. G. Dumont, président sortant ; de M. Ch. Baudry, vice-président, et de M. G. Canet, président pour 1900 (séances des 5 et 19 janvier) . . . . . 19, 125, 144 et 229 B

Invitation à visiter l'usine Clément. Compte rendu de cette visite par M. R. Soreau (séances des 2 et 16 mars), mémoire. 363, 427 et 575 B

Mission lyonnaise d'exploration commerciale en Chine. Analyse par M. J.-M. Bel. . . . . 627 B

Projet d'une entreprise de transport entre Sébastopol et Balaclava (séance du 5 janvier) . . . . . 146 B

Télégramme des Ingénieurs russes et réponse de la Société (séance du 5 janvier) . . . . . 146 B

Visite d'un immeuble construit tout en ciment armé, par M. Ed. Coignet (séance du 16 février) . . . . . 313 B

DONS ET LEGS

De 20 francs par M. A. Bonnet (séance du 5 janvier). . . . . 146 B

De 100 francs par M. Papot (séance du 2 février) . . . . . 270 B

De 100 francs par M. Sauvelet (séance du 16 mars). . . . . 426 B

De 286 fr. 40 *(représentés par 32 coupons de l'emprunt de la Société)*, par M. L. Coiseau (séance du 2 février) . . . . . 270 B

De 4 700 plans de l'Exposition, par M. L. Courtier (séance du 20 avril). . . . . 535 B

Legs de 5 000 *f* de M. E. Vlasto (séance du 20 avril). . . . . 537 B

Legs de 15 000 *f* de M. Ernest Mayer (séance du 2 février). . . 270 B

Legs de 30 000 *f* de M. Hunebelle (séance du 2 février) . . . . . 270 B

Legs de 160 000 *f* de M. H. Schneider. Lettres de MM. Eugène Schneider et L. de Chasseloup-Laubat, Trésorier de la Société (séance du 2 février). . . . . 270 et 272 B

ÉLECTRICITÉ

Appareils de signaux électriques automatiques système Timmis-Lavezzari. Application au chemin de fer électrique de l'Exposition de 1900, par M. A. Lavezzari et lettres de MM. Bouchet et A. Lavezzari (séances des 16 mars et 6 avril). . . . 427, 436 et 471 B

Avis de M. F. Cantero relatif à la mise en place à Zamora de deux alternateurs de 500 *ch* chacun (séance du 19 janvier). 241 B

La Télégraphie sous-marine en France, par M. H. Casevitz (séance du 16 mars) . . . . . 363 et 427 B

Progrès de l'emploi de l'électricité en Allemagne, Danemark et Norvège, par M. Lecler (séance du 2 mars) . . . . . 363 B

EXPOSITION

Aperçu général des dispositions et installations de l'Exposition Universelle de 1900, par M. Max de Nansouty (séance du 6 avril) mémoire. . . . . 473 et 485 B

Avis relatif à la réception des Ingénieurs étrangers pendant l'Exposition de 1900 (séance du 18 mai) . . . . . 653 B

Exposition internationale à la Canée en avril et mai 1900 (séance du 19 janvier). . . . . 241 B

GÉNÉRATEUR

Le servo-moteur Auvert, par M. Ch. Baudry . . . . . 429 B

GÉOLOGIE

L'Australie Occidentale, par M. J. Garnier (séance du 2 janvier) . 55 B

HYGIÈNE

Filtres dégrossisseurs de son système installés à Ivry pour le compte de la Ville de Paris, par M. Puech, et observations de MM. E. Badois, F. Brard, Puech, E. Pettit, P. Mallet, G. Richou, J. Fleury, F. Marboutin, G. Marié (séances des 6 et 20 avril) mémoire. 474, 476, 535, 540 et 561 B

La Stérilisation des eaux alimentaires, par M. A. Bergé et observations de MM. E. Badois, F. Brard, Puech, E. Pettit, P. Mallet, G. Richou, J. Fleury, F. Marboutin, G. Marié (séances des 6 et 20 avril) mémoire. . . . . 475, 540 et 601 B

INFORMATIONS TECHNIQUES

Bulletins de janvier, février, mars, avril, mai, juin (1re et 2e quinzaine de chaque année) . . . . 13, 38, 83, 119, 160, 187, 220, 259, 291, 321 et 345 A

MÉCANIQUE

Analyse bibliographique sur « Essai sur les pompes centrifuges » Recherches expérimentales de M. A.-H. Courtois, par M. A. Brüll . . . . . 457 B

MÉTALLURGIE

Note sur la Métallurgie du plomb dans la province de Murcie (Espagne), par M. P. Jannettaz. . . . . 705 B

MINES

Étude sur la fabrication des cuvelages de puits de mines, à Gorcy (Meurthe-et-Moselle). par M. E. Clère . . . . . 549 B

NAVIGATION

Évolution du matériel des marines de guerre depuis trente ans, par M. L. de Chasseloup-Laubat (séance du 5 janvier) mémoire et discussion . . . . . 146, 245 et 261 B

Résistance des carènes. Essai de Joessel et formule du « sinus carré », par M. A. Duroy de Bruignac. . . . . 663 B

NÉCROLOGIE

Sur M. Fritz Brauer, par M. A. Brancher. . . . . 52 A

Sur M. Ernest Vlasto . . . . . 305 A

Sur M. Ernest Polonceau . . . . . 308 A

Discours prononcés aux obsèques de M. S. Jordan, par MM. L.-E. Deharme, Ch. Baudry, H. Germain, baron de Nervo, A. Carnot, Th. Vauthier, Ch. Balsan, L. Feray. . . . . 237 A

Discours prononcé aux obsèques de M. E.-A. Pérignon, par M. L. Salomon . . . . . 279 A

NOMINATIONS

De M. E. Sartiaux comme membre du Conseil d'administration de l'Office national du commerce extérieur (séance du 19 janvier). . . . . 241 B

De MM. F. Reymond, J. Mesureur, E. Pontzen, comme membres du Comité technique des chemins de fer pour 1900 et 1901 (séance du 2 février) . . . . . 269 B

De MM. E. Cacheux, H. Couriot, J. Fleury, E. Pontzen, membres du Comité des Travaux publics des Colonies (séance du 2 février) . . . 269 B

De M. A. Egrot, membre de la Commission chargée de rechercher les divers emplois des alcools dénaturés (séance du 2 février). . . . . 269 B

De MM. L. Boudenoot et Denis Poulot, comme Membres de la Commission chargée de préparer la répartition pendant l'année 1900, du crédit ouvert pour encouragements aux Associations ouvrières de production ou de crédit (séance du 2 mars) . . . . . 363 B

De M. L. March, comme secrétaire du Comité permanent supérieur de statistique (séance du 2 mars) . . . . . 363 B

De MM. G. Berger, L. Delaunay-Belleville, A. Picard, A. Poirrier et F. Reymond, comme membres de la Commission supérieure des Expositions (séance du 2 mars) . . . . . 363 B

De M. A. d'Abramson, comme représentant de l'Administration des chemins de fer de l'Empire de Russie à l'Exposition universelle de 1900 (séance du 2 mars). . . . . 363 B

De M. Berthelot, comme président, et de MM. Dumont, Picou, E. Sartiaux, Bochet et Mazen, comme membres de la Commission en vue de l'étude des différentes questions que soulève l'application de la traction électrique aux grands réseaux de chemins de fer en exploitation (séance du 16 mars). . . . . 426 B

De M. Dragu, Inspecteur général, chef du Service du matériel au chemin de fer de l'État roumain, comme membre correspondant de la Société (séance du 6 avril) . . . . . 472 B

De M. P. Regnard, comme membre du Comité en remplacement de M. Pérignon, décédé (séance du 6 avril) . . . . . 473 B
De M. Léon Appert, membre du Conseil supérieur du travail (séance du 4 mai) . . . . . 391 B
De MM. Delmas, F. Hamet, E. Lelaurin, F. Manaut, G. Martine, A. Pluvier, comme conseillers du Commerce extérieur (séance du 18 mai) . 652 B
De membres de la Société comme membres du Jury des Récompenses à l'Exposition universelle de 1900 *(Liste)* (séance du 18 mai) . . . . . 688 B

OUVRAGES, MÉMOIRES ET MANUSCRITS REÇUS

Bulletins de février, mars, avril, mai, juin (1re et 2e quinzaine de chaque mois) . . . . 102, 141, 174, 204, 234, 275, 481, 345, 596 et 660 A
Liste des publications périodiques reçues par la Société au 1er janvier 1900 . . . . . 55 A

PLANCHES

Nos 228 à 232.

PRIX ET RÉCOMPENSES

Médaille d'or Bessemer pour 1900, décernée à M. H. de Wendel, par l'Iron and Steel Institute (séance du 16 mars) . . . . 426 B
Nomination de trois jurés titulaires et de trois jurés supplémentaires pour le Prix Nozo (séance du 2 février) . . . . . 274 B
Prix de 250 *f* décerné à M. Ad. Bouvier en 1899, par la Société technique de l'Industrie du gaz (séance du 2 février) . . 269 B
Règlement adopté par le Comité pour le Prix triennal Gottschalk (séance du 16 février) . . . . . 314 B

TRAVAUX PUBLICS

Alimentation en eau des faubourgs de Bruxelles, par M. Hubou, et **lettre de la Compagnie Intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise** (séance du 5 janvier) . . . . . 144 B
La culture et l'exploitation du caoutchouc au Soudan et les améliorations à apporter à la récolte de ce produit et note sur les voies de communication au Soudan par le Sénégal ou par la Guinée, par M. H. Hamet et observations de MM. A. Michelin, H. Hamet, Ch. Anthoni et Ch. Faber (séances des 19 janvier et 16 février) mémoire . . . . . 242, 274 et 277 B
Travaux du port extérieur de Bilbao, par M. L. Coiseau (séance du 18 mai) . . . . . 685 B
Voies de communication et moyens de transport à Madagascar. Rapport présenté au nom de la Commission des Études Coloniales, par M. J.-J. Marié (séances des 4 et 18 mai) mémoire et discussion et lettre de M. J.-H. Delaunay . 501, 592, 613 et 651 B

TABLE ALPHABÉTIQUE

PAR

NOMS D'AUTEURS

DES MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LE 1er SEMESTRE, ANNÉE 1900.

Pages

Badois (Ed.). — Discussion de la communication sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun, par MM. L. Périssé et R. Godfernaux (bulletin de mars II) . . . . . 317 B

Badois (Ed.). — Informations techniques . . . . . 345 A

Baignères (G.). — Informations techniques. . . 39, 291, 328, 329, 330, 350 et 351 A

Balsan (Ch.). — Discours prononcé aux obsèques de M. S. Jordan (bulletin d'avril I) . . . . . 246 A

Baudry (Ch.). — Discours prononcé aux obsèques de M. S. Jordan (bulletin d'avril I) . . . . . 240 A

Baudry (Ch.). — Le servo-moteur Auvert (bulletin d'avril II) . . . 429 B

Bel (J.-M.). — Discussion du mémoire de M. J.-J. Marié sur les voies de communication et les moyens de transport à Madagascar (bulletin de juin I) . . . . . 616 B

Bel (J.-M.). — Mission lyonnaise d'exploration commerciale en Chine. Analyse . . . . . 627 B

Bergé (A.). — La stérilisation des eaux alimentaires (bulletin de juin I). 601 B

De Bovet (A.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II) . . . . . 317 B

Brancher (A.). — Notice nécrologique sur M. Fritz Brauer (bulletin de janvier II). . . . . 52 A

De Bruignac (A.). — Résistance des carènes. Essais de Joessel et formule du sinus carré (bulletin de juin II) . . . . . 663 B

Brüll (A.). — Analyse bibliographique sur « Essai sur les pompes centrifuges ». — Recherches expérimentales, par M. A.-H. Courtois (bulletin d'avril II) . . . . . 457 B

Canovetti (C.). — Congrès des Ingénieurs italiens à Bologne (1899) (bulletin de mars I). . . . . 307 B

Carnot (A.). — Discours prononcé aux obsèques de M. S. Jordan (bulletin d'avril I) . . . . . 244 A

Casalonga (D.-A.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II) . . . . 317 B

Caneviz (H.). — La télégraphie sous-marine (bulletin d'avril I) . . 365 B

De Chasseloup-Laubat (L.). — L'évolution de la construction des navires de combat (bulletin de février II) . . . . . 245 B

Clère (E.). — Étude sur la fabrication des cuvelages de puits de mines, à Gorcy (Meurthe-et-Moselle) (bulletin de mai II) . . . . . 549 B

Cossmann. — Discussion de la communication de M. A. Doniol sur les mesures propres à faciliter et à rendre plus économiques la construction et l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways (bulletin d'avril II) . . . . . 445 B

Deharme (L.-E.). — Discours prononcé aux obsèques de M. S. Jordan (bulletin d'avril I) . . . . . 237 A

Doniol (A.). — Mesures propres à faciliter et à rendre plus économiques la construction et l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways (bulletin d'avril II) . . . . . 445 B

Feray (L.). — Discours prononcé aux obsèques de M. S. Jordan (bulletin d'avril I) . . . . . 247 A

Francq (L.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II) . . . . . 317 B

Galliéni (M. le général). — Discussion de la communication de M. J.-J. Marié sur les voies de communication et les moyens de transport à Madagascar (bulletin de juin I). . . . . 625 B

Garnier (J.). — L'Australie occidentale (bulletin de janvier I) . . . 81 B

Germain (H.). — Discours prononcé aux obsèques de M. S. Jordan (bulletin d'avril I) . . . . . 241 A

Girard (Ch.). — Notes sur les différents procédés permettant de combattre l'inflammabilité des matériaux et décors employés dans les théâtres (bulletin de mai II) . . . . . 582 B

Godfernaux (R.) et Périssé (L.). — Traction mécanique sur rails et sur routes pour les transports en commun (2e partie) (voir 1re partie, bulletin de décembre 1899) (bulletin de janvier I et bulletin de mars II). . . . . 1 et 317 B

Godfernaux (R.). — Informations techniques. . . . . 265 A

Gosselin (X.).— Quelques considérations sur la production de l'ozone et son application à la stérilisation des eaux (bulletin de février I) . 221 B

Guédon (P.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II). . . . . 317 B

Hamet (H.). — Le Soudan et la Guinée (bulletin de mars I). . . . . 277 B

Hersent (J.-B.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II). . . . 317 B

Honoré (F.). — Chronique. . . . . 343 A

Hubou. — Le noir d'acétylène (bulletin de juin II). . . . . 680 B

Jannettaz (P.). — Note sur la métallurgie du plomb dans la province de Murcie (Espagne) (bulletin de juin) . . . . . 705 B

Journolleau (L,). — Chronique. . . . . 183 A

Journolleau (L.). — Informations techniques. 188, 193, 226, 229 et 349 A

Lartigue (Ch.). — Discussion de la communication de MM. de Perrodil et de Morsier sur un appareil à produire le gaz aérogène . . . 416 B

Lavezzari (A.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II) . . . . . 317 B

Lavezzari (A.). — Signaux électriques automatiques, système Timmis-Lavezzari. — Application au chemin de fer électrique de l'Exposition de 1900 (bulletin d'avril II) . . . . . 436 B

Lecomte (A.). — Discussion de la communication de MM. de Perrodil et de Morsier sur un appareil à produire le gaz aérogène (bulletin d'avril I). . . . . 416 B

Mallet (A.). — Chronique. 1, 25, 73, 109, 149, 177, 209, 249, 281, 312, 337 et 353 A

Mallet (A.). — Comptes rendus. 9, 34, 81, 117, 158, 185, 217, 257, 288 et 364 A

Mallet (A.). — Informations techniques. 13, 39, 83, 119, 160, 187, 220, 259, 291 et 345 A

De Marchena (E.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun. . . . . 317 B

Marié (J.-J.). — Commission des études coloniales. Voies de communication et moyen de transport à Madagascar (bulletins de mai I et juin I) . . . . . 501 et 613 B

Marillier (A.). — Informations techniques . . . . . 300 A

Marquet (Ch.). — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II) . . . . . 317 B

Mékarski. — Discussion de la communication de MM. L. Périssé et R. Godfernaux sur la traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (bulletin de mars II) . . . . . 317 B

de Morsier et de Perrodil. — Appareil à produire le gaz aérogène (bulletin d'avril I). . . . . 403 B

de Nansouty (M.). — Aperçu général des dispositions et installations de l'Exposition universelle de 1900 (bulletin de mai I) . . . . 485 B

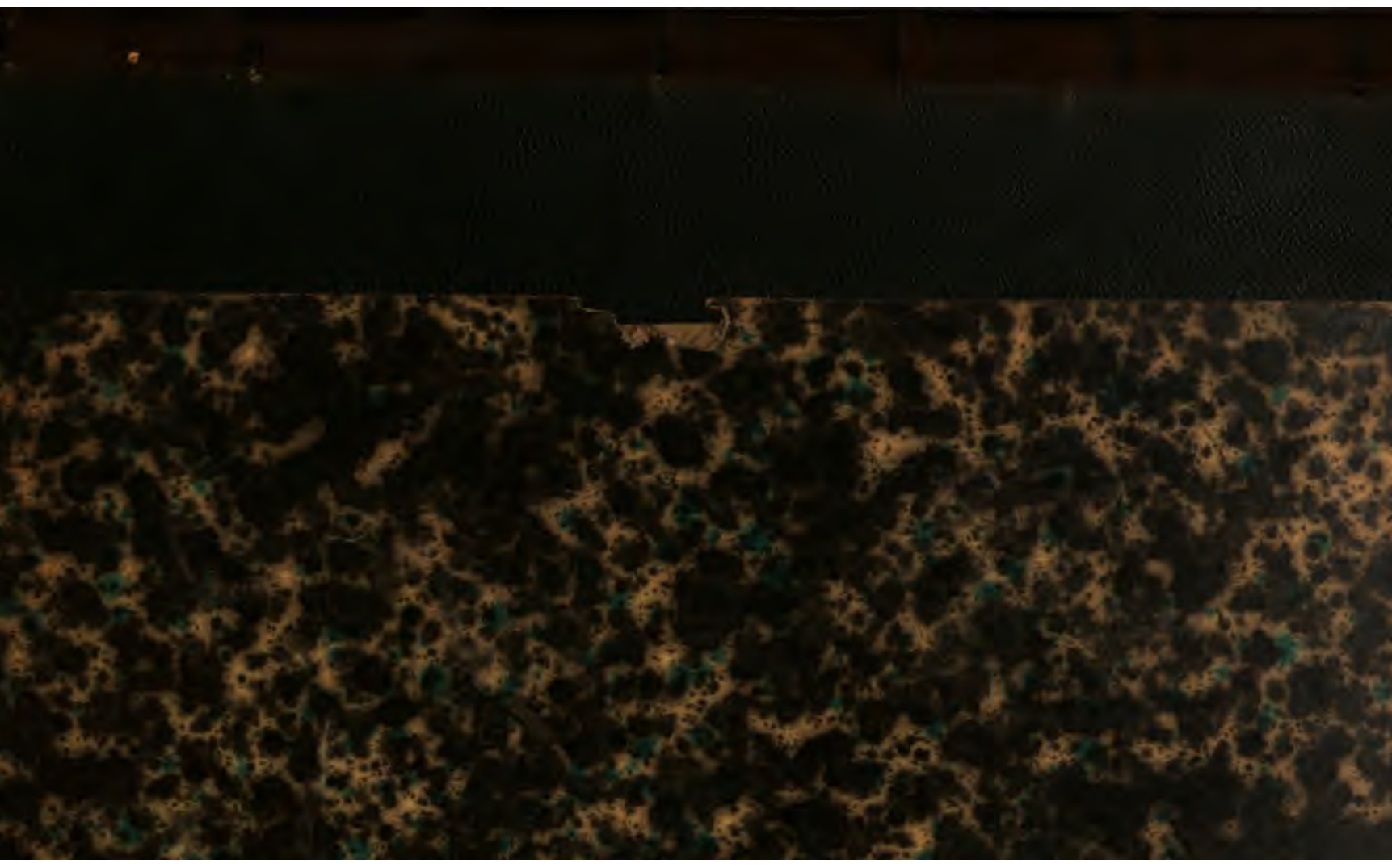
de Nervo (baron). — Discours prononcé aux obsèques de M. S. Jordan (bulletin d'avril I) . . . . . 242 A

Otto (M.). — L'industrie de l'ozone (bulletin de février I). . . . . 149 B

Périssé (L.). et Godfernaux (R.). — Traction mécanique sur rails et sur routes, pour les transports en commun (2e partie) (voir 1re partie, bulletin de décembre 1899) (bulletins de janvier I et de mars II). 1 et 317 B

Périssé (L.). — Informations techniques . . . . . 119, 160, 291 et 347 A

Périssé (S.). — Discussion de la communication de M. L. de Chasseloup-Laubat sur l'évolution de la construction des navires de combat (bulletin de février II). . . . . 245 B

de Perrodil et de Morsier. — Appareil à produire le gaz aérogène (bulletin d'avril I) . . . . . 403 B

Puech (A.). — Filtres dégrossisseurs pour grandes masses d'eau (bulletin de mai II). . . . . 561 B